Diagnostik der Harnstauungsniere

INAUGURALDISSERTATION

zur Erlangung der Doktorwürde der

HOHEN MEDIZINISCHEN FAKULTÄT
DER UNIVERSITÄT DES SAARLANDES

vorgelegt von

Rolf Lyding

Saarbrücken

1971

Druck:
Universitätsbibliothek Saarbrücken

AUS DER UROLOGISCHEN UNIVERSITÄTSKLINIK HOMBURG/SAAR

Direktor: Professor Dr.med. C.E. ALKEN

DIAGNOSTIK DER HARNSTAUUNGSNIERE

I N A U G U R A L D I S S E R T A T I O N

ZUR ERLANGUNG DER DOKTORWÜRDE DER

HOHEN MEDIZINISCHEN FAKULTÄT

DER UNIVERSITÄT DES SAARLANDES

1 9 7 0

vorgelegt von

Rolf LYDING

geb. am 10. April 1942 in Halle an der Saale

Dekan: Professor Dr. G. DHOM

Referent: Priv.-Doz. Dr. J. SÖKELAND

Correferent: Professor Dr. R. SCHÜSSLER

Die mündl. Promotionsprüfung wurde am 24.3.1971 abgelegt.

MEINEN ELTERN

UND MEINER BRAUT

IN DANKBARKEIT GEWIDMET

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
A. EINLEITUNG	5
B. VIER ROUTINEMETHODEN IN DER NIERENDIAGNOSTIK	8
I. Die Ausscheidungsurographie (AUG)	9
a) Historische Entwicklung	9
b) Methodik, Indikationen und Kontraindikationen sowie Modifikationen der Ausscheidungsurographie	12
1. Die Aussagen des Ausscheidungsurogramms	12
2. Die Abhängigkeit des Kontrastschattens im Röntgenbild von verschiedenen Faktoren	13
3. Die Indikationen und Kontraindikationen der AUG	18
4. Das Urogramm bei der akuten und chronischen Harnstauungsniere	19
5. Einige Varianten der AUG	2o
a. Das Urogramm mit Spätaufnahmen	2o
b. Das Urogramm in Bauchlage	21
c. Das Urogramm mit erhöhter Kontrastmittelmenge	21
d. Das Urogramm mit Kompressionen der Ureteren	21
e. Das Urogramm mit Kontrastmittelinfusionen (Infusionsurogramm)	22
f. Das Urogramm bei forcierter Diurese (Belastungsurogramm)	25

Seite

II. Die Nierenangiographie (NAG) 26

a) Historische Entwicklung 26

1. Translumbale Aortographie 26

2. Transfemorale Aortographie 27

3. Renovasographie (intraoperativ angewandte NAG) 28

4. Selektive Nierenangiographie 28

5. Perkutane katheterlose Nierenangiographie 29

b) Methodik, Indikationen und Kontraindikationen sowie Modifikationen der Nierenangiographie (NAG) 29

1. Die Aussagen des Nierenangiogramms in der arteriellen, parenchymatösen und venösen Phase 29

2. Die Indikationen und Kontraindikationen der NAG 3o

3. Das Nierenangiogramm bei der akuten und chronischen Harnstauungsniere 33

4. Einige Modifikationen der NAG 37

a) Intravenöse Methode 37

b) Translumbale Aortographie 38

c) Kathetermethoden 39

d) Selektive Nierenangiographie 39

e) Perkutane katheterlose NAG 41

III. Die Radioisotopenverfahren 42

a) Historische Entwicklung 42

Isotopennephrographie (ING)
Nierenszintigraphie (NSG)

Seite

b) Methodik, Indikationen und Kontraindikationen sowie Modifikationen der Isotopennephrographie (ING) 43

1. Die Aussagen des Isotopennephrogramms in seinen drei Kurvenabschnitten 43
2. Die Vorzüge und Nachteile der ING 48
3. Die Indikationen und Kontraindikationen der ING 5o
4. Das Isotopennephrogramm bei der akuten und chronischen Harnstauungsniere 52
5. Die segmentäre Isotopennephrographie 55

c) Methodik, Indikationen und Kontraindikationen der Nierenszintigraphie (NSG) 55

1. Die Aussagen des Nierenszintigramms 55
2. Die Vorzüge und Nachteile der NSG 57
3. Die Indikationen und Kontraindikationen der NSG 59
4. Das Nierenszintigramm bei der akuten und chronischen Harnstauungsniere 61

C. EIGENE UNTERSUCHUNGEN UND FRAGESTELLUNG 62

I. Das vorliegende Krankengut 62

II. Vergleich der Röntgenmethoden mit den Radioisotopenverfahren anhand der Untersuchungsergebnisse beim gesamten Krankengut 68

III. 100 Fälle von Harnstauungsnieren 7o

IV. Vergleich der Röntgenmethoden mit den Radioisotopenverfahren anhand von Untersuchungsergebnissen aus unserer Klinik 81

a) Vergleich bei 100 Fällen mit Harnstauungsniere (summarisch) 81

b) Vergleich bei 2 Fällen mit Harnstauungsniere (kasuistisch) 97

V. Eigentliche Fragen der Arbeit und ihre Beantwortung sowie Diskussion der Ergebnisse 119

D. ZUSAMMENFASSUNG 124

E. LITERATURVERZEICHNIS 127

A. EINLEITUNG

Die Harnstauung ist eines der am häufigsten vorkommenden Krankheitsbilder in der urologischen Klinik (4, 64, 22). Ihre frühzeitige Erkennung ist besonders wichtig, weil bei längerem Bestehen einer Abflußstörung das Nierenparenchym durch Druckatrophie direkt geschädigt wird. Zum anderen besteht durch die Stauung eine erhöhte Infektionsgefahr. Stauung und Entzündung bilden einen "circulus vitiosus", der mit dem funktionellen Untergang der Niere enden kann (1). Es ist von großem klinischen Interesse, so bald wie möglich eine genaue Auskunft sowohl über den Grad der Pyelektasie einer Harnstauungsniere als auch über ihre eventuelle Erholungsfähigkeit nach Beseitigung des Abflußhindernisses zu erhalten (8o, 81, 84). Nur im Rahmen einer mehrgleisigen Diagnostik, bei der alle modernen Untersuchungsmethoden zur Anwendung kommen, können rechtzeitig klare Aussagen gemacht werden, die prognostische Schlüsse zulassen und das therapeutische Vorgehen - Organerhaltung oder Nephrektomie - bestimmen.

Zur klinischen Beurteilung der Niere und der ableitenden Harnwege lassen sich im wesentlichen zwei Wege beschreiten:

1. die Untersuchung der Morphologie,
2. die Untersuchung der Funktion.

Beide können nur mit adäquaten Methoden durchgeführt werden, d.h. zum Beispiel: "Funktionelle Krankheitsbilder können nur mit funktionellen Untersuchungsmethoden geklärt werden"(3). Ein ideales Untersuchungsverfahren wäre nun dasjenige, das den Kliniker über Struktur und Funktion der Niere gleichzeitig informieren würde.

Um morphologische Veränderungen der Niere und der ableitenden Harnwege zu erkennen, sind bis 1956 in der urologischen Diagnostik hauptsächlich die Ausscheidungsurographie, die retrograde Pyelographie, das Retropneumoperitoneum und etwa seit 195o die Nierenangiographie angewandt worden.
In besonderen Fällen war auch die Nierenbiopsie indiziert, um eine eindeutige Diagnose zu ermöglichen.

Über die Funktion der Niere konnten neben den bewährten klinischen Methoden wie Blut- und Urinuntersuchungen, vor allem die Phenolrotprobe und die Clearance-Verfahren orientieren. Urogramm und Angiogramm ließen jedoch nur indirekt auf den Funktionszustand der Niere schließen.

Durch die Einführung der Radioisotopen in die urologische Klinik im Jahre 1956 ist die Diagnostik der Niere und der ableitenden Harnwege ganz wesentlich bereichert worden (122). Besonders die Untersuchung der Nierenfunktion wurde durch die neuen Methoden (Radioisotopen-Clearance, Isotopennephrographie (ING) und der Nierenszintigraphie (NSG)) verbessert: genauere Auskunft bei vereinfachter Technik und geringerer Belastung für den Patienten (87, 88).

Inzwischen sind die Radioisotopenverfahren zu Routinemethoden geworden. In der Urologischen Universitätsklinik Homburg/Saar werden in Zusammenarbeit mit dem Institut für Biophysik die Nephro- und Szintigraphie kombiniert mit der Ausscheidungsurographie (AUG) und Nierenangiographie (NAG) seit 1965 angewandt. Da mittlerweile ein relativ großes Krankengut zu überblicken ist, erscheint eine kritische Rückschau gerechtfertigt.

Das Ziel dieser Arbeit ist es, über die eigenen Erfahrungen zu berichten und festzustellen, worin der eigentliche Wert der modernen Verfahren in der Beurteilung der Harnstauungsnieren liegt und welchen Beitrag Isotopennephrogramm und Nierenszintigramm zur Klärung sogenannter urographisch "stummer" Nieren geleistet haben. Dazu

sollen die Befunde, die bei einer größeren Zahl von Patienten (1oo) mittels der vier diagnostischen Verfahren erhoben worden sind, miteinander verglichen werden. Bisher wurde in der Fachliteratur ein Vergleich der Befunde des Urogramms, Angiogramms, Nephrogramms und des Szintigramms (AUG, NAG, ING, NSG) speziell bei der Harnstauungsniere nicht mitgeteilt, obwohl die Radioisotopenverfahren in ihren Aussagen schon mehrfach den herkömmlichen diagnostischen Methoden in der Urologie gegenübergestellt worden sind (41, 55, 56, 58, 147).

B. VIER ROUTINEMETHODEN IN DER NIERENDIAGNOSTIK

Zu Beginn soll kurz auf die historische Entwicklung der vier Verfahren (AUG, NAG, ING und NSG) sowie deren Methodik und Indikationen bzw. Kontraindikationen eingegangen werden. Außerdem wird ihr diagnostischer Wert laut bisheriger Angaben in der Literatur aufgezeigt.

I. Ausscheidungsurographie (AUG):

a. Historische Entwicklung (63):

Es lassen sich vier Perioden in der Entwicklung der urologischen Röntgendiagnostik abgrenzen: zuerst war man auf der Suche nach Nierenbecken- bzw. Harnleitersteinen, dann folgte die Ausscheidungsurographie, kurz darauf wurde mit der Angiographie begonnen und erst viel später kam die Radioisotopendiagnostik hinzu (119).

Schon zwei Jahre nach Entdeckung der Röntgenstrahlen im Jahre 1895 kam es zur ersten Kontrastdarstellung im Harntrakt durch TUFFIER (127), der einen Bleidraht in den Ureterkatheter einschob und damit den Harnleiterverlauf sichtbar machen konnte. 1906 gelangen VOELCKER und VON LICHTENBERG (129) die ersten diagnostisch verwertbaren retrograden Pyelogramme. Schon frühzeitig erkannte man die retrograde Pyelographie als eine unphysiologische Untersuchungsmethode (28). Außerdem gab es eine ganze Reihe von Fällen - wie auch heute noch - bei denen ein Ureterkatheter nicht eingeführt werden konnte, da die Harnwege verlegt waren (Tumor, tuberkulöse Veränderungen, unpassierbare Abflußhindernisse sowie bemerkenswerte Vergrößerungen der Prostata) (31). Im Jahre 1929 stellten dann VON LICHTENBERG und SWICK (77) die Ausscheidungsurographie als eine neue physiologische Untersuchungsmethode in der Klinik vor. Sie würde eine ausgezeichnete Orientierung über das morphologische und funktionelle Zustandsbild der Nieren und der ableitenden Harnwege geben.

Doch schon 1936 gaben BRAASCH und EMMETT (11) zu bedenken, daß die Ausscheidungsurographie keine präzisen und verläßlichen Aussagen über die Nierenfunktion machen könnte. Es wäre keine exakte Nierenfunktionsprobe, vielmehr dürften vom Urogramm nur Hinweise auf die Leistungsfähigkeit des Nierenparenchyms erwartet werden.

Um die diagnostische Ausbeute des Urogramms weiter zu vergrößern, wurden bis in die letzte Zeit hinein die verschiedensten Modifikationen ausgearbeitet und klinisch erprobt. Erwähnt seien:

- die Tomographie (95)
- die Röntgenkymographie und -kinematographie (22)
- das Urogramm mit Spätaufnahmen (115)
- das Urogramm in Bauchlage (36)
- das Urogramm mit erhöhter Kontrastmittelmenge (99, 114)
- das Urogramm mit Kompression der Ureteren (76)
- das Urogramm mit Kontrastmittelinfusion (Infusionsurogramm) (47, 1o1, 1o2, 1o6, 1o7)
- das Urogramm bei verstärkter Diurese (Belastungsurogramm) (13, 66, 136).

Die Entwicklung geeigneter Kontrastmittel beeinflußte wesentlich die Geschichte der urologischen Röntgendiagnostik. VOELCKER und VON LICHTENBERG (129) verwendeten zur retrograden Darstellung der ableitenden Harnwege eine kolloidale Silberlösung, das Kollargol. Die Schwierigkeiten für die Ausscheidungsurographie bestanden darin, eine wasserlösliche und nierenaffine Substanz zu finden, die bei möglichst geringer Toxizität in einer solchen Konzentration dem Organismus parenteral verabreicht werden konnte, die eine befriedigende Schattendichte im Urogramm ermöglichte. Nach mehrjähriger Forschungsarbeit konnten im Jahre 1929 SWICK und Mitarbeiter (12o) die Monojodverbindung "Uroselectan" entwickeln und für die Urographie empfehlen.

Um die Jodkonzentration im Nierenhohlraumsystem zu erhöhen und damit dessen Darstellung im Röntgenbild weiter zu verbessern, wurden mehrfach jodierte Kontrastmittel gesucht und klinisch geprüft. 195o gelang in Amerika die Herstellung des Urografins, einem trijodiertem Kontrastmittel, dessen Giftigkeit und Nebenwirkungen auf ein Minimum reduziert sind (152). Es ist gut verträglich und gehört heute zu den bewährtesten urologischen Kontrastmitteln.

Abschließend darf gesagt werden, daß die Urographie zur wichtigsten röntgenologischen Untersuchungsmethode in der Urologie geworden ist, ja man kann heute die Röntgen-

untersuchung der Harnorgane sogar als Voraussetzung jeder urologischen Diagnostik ansehen (22). Durch die Ausscheidungsurographie und nun vor allem durch die neu eingeführte Infusionsurographie ist die Indikation zur retrograden Pyelographie eingeschränkt (1o1, 1o2, 142). Die verbesserte Technik, die hochwertigen Kontrastmittel und die umfangreiche Ausrüstung ermöglichen weit bessere Röntgenaufnahmen als früher, die ihrerseits dem Kliniker eine genaue Interpretation erlauben (83). -

b. Methodik, Indikationen und Kontraindikationen sowie Modifikationen der Ausscheidungsurographie (AUG).

1. Die Aussagen des Ausscheidungsurogramms.

Die Methode der AUG beruht auf der Fähigkeit der Nieren, dem Organismus angebotene Kontrastmittel aus der Blutbahn zu eliminieren und auszuscheiden (91). Es sammelt sich kontrastmittelhaltiger Harn in den ableitenden Harnwegen, wodurch sie im Röntgenbild sichtbar werden. Das AUG erteilt dem Kliniker Auskunft über Vorhandensein, Lage, Form und Größe der Nieren sowie über die pathologischen Veränderungen ihrer Morphologie. Es sind ferner der Tonus und die Motilität der ableitenden Harnwege und der Blase aus dem Röntgenbild ersichtlich. Daneben aber

läßt die Intensität des Kontrastschattens sowie der Zeitpunkt seines Auftretens Rückschlüsse auf die Leistungsfähigkeit des Nierenparenchyms zu (112).

2. Die Abhängigkeit des Kontrastschattens im Röntgenbild von verschiedenen Faktoren:

Die Abbildung des Nierenhohlraumsystems bzw. die Stärke des Kontrastschattens hängt in erster Linie von der erreichbaren Jodkonzentration im abfließenden Harn ab, die ihrerseits wieder von verschiedenen Faktoren bestimmt wird:

1. durch die Nierenfunktion bzw. das Ausmaß einer vorliegenden Schädigung:
   a) an den Glomerula bzw.
   b) an den Tubuli;
2. durch das Kontrastmittel selbst:
   a) sein Ausscheidungsmodus, besonders
      - der glomerulär-filtrierte Anteil im Verhältnis zum tubulär-sezernierten Anteil,
   b) sein diuretischer Effekt,
   c) sein chemischer Aufbau (Anzahl der Jodatome pro Molekül der Verbindung),
   d) seine Nierenaffinität,
   e) seine Toxizität.

Die tatsächlich erzielte Jodkonzentration im Harn liegt bei der konventionellen AUG um 5 - 6 %, wobei das spezifische Gewicht des Urins Werte bis 1o8o erreichen kann (72). Im Vergleich hierzu beträgt bei der retrograden Pyelographie die Kontrastmittelkonzentration im Harntrakt etwa 2o - 3o %. Außer von der Jodkonzentration wird die Schattendichte im Urogramm auch beeinflußt:

3. durch die anatomischen Verhältnisse des Nierenbeckens, ob ektatisch oder enggestellt (Veränderungen der Schichtdicke des kontrastmittelhaltigen Harns!), ferner
4. durch die Dynamik der oberen Harnwege, ob atonisch (Stauung) oder hypertonisch (Hypermotilität und zu rasche Entleerung des Nierenbeckens) (112) und
5. durch den Ernährungszustand des Patienten, ob adipös oder mager, sowie
6. durch seinen Hydratationszustand (stärkere Diurese z.B.) (112),
7. durch die Aufnahmetechnik,
   - die Art der Röntgenstrahlen (Wellenlänge), Streustrahlen,
   - sowie das verwendete Filmmaterial bleiben ebenfalls nicht ohne Wirkung auf die Güte der Schattendichte des Urogramms.

Im Folgenden soll noch einmal auf die wichtigsten Punkte eingegangen werden:

Bei vorliegender Parenchymschädigung kann die Kontrastmittelausscheidung so gering sein, daß jegliche Abbildung des Harntraktes im Röntgenbild ausbleibt ("stumme Niere"). Um brauchbare Ergebnisse in der AUG zu erhalten, muß also noch genügend funktionstüchtiges Nierenparenchym vorhanden sein.

In Bezug auf den Ausscheidungsmodus wird nach TRUSS und LIEFF (125) der glomerulär-filtrierte Anteil an Kontrastmittel umso größer, je höher der Jod-Plasmaspiegel ansteigt. Bei Konzentrationen unter 5 mg% Jod im Blut wird die Ausscheidung fast völlig von den Nierentubuluszellen durch Sekretion bewältigt, jedoch alle Kontrastmittelmengen über diese Konzentration hinaus werden durch die Glomerula aus dem Blut filtriert und gelangen in Abhängigkeit von der maximalen Transportkapazität der Tubuli zur Ausscheidung in den Nierentotraum. Je höher nun der glomerulär-filtrierte Anteil gegenüber der tubulären Sekretion an Kontrastmittel ist, umso größer wird die Jodkonzentration im Harn sein. Durch die resultierende höhere Schattendichte werden auch die ableitenden Harnwege umso besser

im Urogramm abgebildet.

Wenn nun bei einer Niere mit massivem Tubulusschaden zum Beispiel die Glomerula noch weitgehend intakt sind, kann auf diese Weise durch den im Röntgenbild erreichten Kontrastschatten eine erheblich bessere Nierenfunktion vorgetäuscht werden als in Wirklichkeit vorliegt (152).

Andererseits bedeutet ein kontrastschwaches Urogramm nicht immer eine minimale tubuläre Leistungsfähigkeit, sondern die Funktion der Glomerula kann fast völlig brachliegen bei noch relativ gut erhaltenem Tubulusepithel.

Der Kontrastschatten im Urogramm darf also nur mit größter Vorsicht zur Beurteilung der Nierenfunktion, speziell der tubulären Leistungsfähigkeit herangezogen werden (125). Die Ausscheidungsurographie ermöglicht also nur eine globale Einschätzung der Nierenfunktion und sollte nicht als ein genauer Gradmesser der Nierenleistung betrachtet werden (53, 152).

Der diuretische Effekt, den alle Kontrastmittel aufweisen, bewirkt seinerseits eine Abschwächung der Schattendichte des Nierenbeckenkelchsystems. Das Gegenteil gilt von der gewünschten Nierenaffinität der Kontrastmittel. Sie begünstigt deren schnelle Anreicherung in den Nieren, sowie ihre rasche Ausscheidung und ver-

hindert außerdem im Röntgenbild eine Überlagerung der Nieren durch andere Organe (z.B. Leber). Die heute üblichen trijodierten Kontrastmittel sind so sehr nierenspezifisch, daß schon nach ca. 24 Stunden post injectionem die gesamte zugeführte Dosis den Körper wieder über die Harnorgane verlassen hat (1o5).

Die Toxizität der Kontrastmittel nimmt nur insofern einen Einfluß auf die Schattendichte, als bei geringer Giftigkeit die verabfolgte Dosis höher sein darf und somit größere Kontrastmittelmengen zur Ausscheidung ins Nierenbeckenkelchsystem gelangen können (152).

Nach SUSSMAN und Mitarb. (1967 (119)) ist keines der bis heute in der urologischen Röntgendiagnostik gebräuchlichen Kontrastmittel völlig unschädlich, sondern man fand bei allen sowohl eine Beeinträchtigung der Blutzirkulation (Erythrozyten-Aggregation, Vasokonstruktion und -dilatation u.a.) als auch eine direkte Schädigung der Tubulusepithelien und Gefäßendothelien. Bei entsprechend disponierten Patienten können die Röntgenkontrastmittel allergische Reaktionen auslösen. OLSSON (91) spricht von einem gewissen generalisierenden Effekt auf die Atmung (Dyspnoe). Nebenwirkungen wie Hitzegefühl im Kopf, Übelkeit und Erbrechen, Blutdruckabfall, Glottis- und Lungenoedem, Tenesmen innerer Organe u.a. werden gelegentlich immer wieder beobachtet (22).

Bislang versuchte man, derartige Komplikationen durch Proben auf Kontrastmittelunverträglichkeit vor der Röntgenuntersuchung zu vermeiden, jedoch ist man in letzter Zeit von solchen Tests wieder abgekommen (128).

Andere Autoren haben auch in Fällen mit schwerer Nierenfunktionseinschränkung erhöhte Kontrastmittelmengen bei der Urographie verwendet (2 ml Urografin 6o % /kg KG) und keine bemerkenswerten Schäden festgestellt (99, 114).

3. Die Indikationen und Kontraindikationen der AUG.

Die Indikationen zur röntgenologischen Untersuchung der Harnorgane mittels Ausscheidungsurographie ist immer dann gegeben, wenn die urologische Untersuchung und die Zystoskopie zur Diagnosestellung nicht ausreichen und eine erste Beurteilung der morphologischen Verhältnisse der Nieren und ableitenden Harnwege sowie eine grobe Orientierung über die Ausscheidungsfunktion der Nieren erforderlich ist. Das gilt insbesondere für alle unklaren Hämaturien und Pyurien, für alle Koliken und Abflußstörungen in den oberen Harnwegen sowie für alle tastbaren Tumoren im Abdomen, deren eventuelle Beziehung zum Harntrakt geprüft werden soll.

Als Kontraindikationen der AUG gelten im wesentlichen die gleichen Richtlinien wie bei allen anderen Kontrastmittelinjektionen: es ist Vorsicht geboten bei Patienten mit schweren Leber- und Nierenschäden, mit Myelomen, mit Plasmocytomen sowie bei Asthmatikern und Allergikern (22, 68, 94, 115).

Auf die Beschreibung der Technik der AUG kann in dem Rahmen dieser Arbeit nicht näher eingegangen werden. Es seien nur der Vollständigkeit halber einige grundlegende Angaben gemacht. Nach entsprechender Vorbereitung des Patienten (Entleerung des Darms von Kot und Gasen; 12-stündiges Dursten-Diuresehemmung) und erfolgter Abdomenleeraufnahme wird eine bestimmte Kontrastmittelmenge, deren Dosis sich nach Alter und allgemeinem Zustand des Patienten richtet, intravenös langsam injiziert. Der Patient befindet sich in Rückenlage. Nach ca. 5, 15, 3o und 6o Minuten werden Röntgenaufnahmen angefertigt. (22).

4. Das Urogramm bei der akuten und chronischen Harnstauungsniere.

Bei der akuten Harnstauungsniere zeigt sich besonders der Einfluß, den die anatomischen Verhältnisse auf die Schattendichte im Urogramm nehmen. Das Nierenparenchym ist noch voll funktionstüchtig, so daß rasch kontrastmittelhaltiger Harn zur Ausscheidung gelangt und sich im erweiterten Nierenbeckenkelchsystem staut. Im Urogramm ergibt sich unter Umständen eine größere Schattendichte als bei normalen Abflußverhältnissen, die eine gute Beurteilung des Nierenhohlraumsystems gestattet.

Mit zunehmender Harnstauung kommt es zur Vergrößerung der Niere. Es werden Veränderungen an den Kelchen (Ausziehung) und Papillen (Abflachung) sowie an der Nierenoberfläche (Buckelung) im Röntgenbild sichtbar.

Das Nierenbeckenkelchsystem der chronischen Harnstauungsniere stellt sich oft nur noch mangelhaft und zeitlich stark verzögert im Urogramm dar, weil der stauungsbedingte Parenchymschaden eine geringere Kontrastmittelanflutung ins Nierenbecken verursacht.

Bisweilen ermöglichen erst Spätaufnahmen nach mehreren Stunden oder eine Kontrastmittelinfusion eine bessere Abbildung der Niere und oberen Harnwege und damit eine Diagnosestellung. Bei komplettem Ureterverschluß z.B. über längere Zeit wird kein Kontrastmittel ausgeschieden. Die Niere bleibt im Urogramm "stumm", wodurch weder Hinweise auf ihre Morphologie noch auf ihre Funktion erhalten werden können.
Die Untersuchung muß mit anderen Methoden fortgesetzt werden, um eine Differentialdiagnose der "stummen" Niere durchführen zu können.

5. Einige Varianten der Ausscheidungsurographie:

Zum Abschluß dieses Kapitels soll noch auf einige Varianten des Urogramms eingegangen werden.

a. Das Urogramm mit Spätaufnahmen:

Nach SIGEL (1962 (115)) sind Spätaufnahmen dann angezeigt, wenn sich das Nierenbeckenkelchsystem und die ableitenden Harnwege auch eine Stunde nach der Kontrastmittelinjektion noch nicht im Röntgenbild zeigen.

Er empfiehlt, in der urographischen Diagnostik der

Harnstauungsniere Spätaufnahmen anzufertigen und nicht eine erhöhte Kontrastmittelmenge zu verabreichen, da durch die Harnstauung die Harnsekretion abgeschwächt sei und somit erst verspätet die für eine ausreichende Schattendichte im Urogramm notwendige Kontrastmittelmenge ins Nierenbecken ausgeschieden wird. Ein doppeltes Angebot an Kontrastmittel aber verstärkt nicht die abgeschwächte Harnsekretion, sondern gelangt - z.B. bei einseitiger Harnstauung - durch die gesunde Niere zur Ausscheidung.

b. Das Urogramm in Bauchlage:

Nach der klinischen Erfahrung von FISCHER (1968 (36)) ist die Urographie in Bauchlage eine wichtige Ergänzungsuntersuchung bei der Harnstauungsniere.

Die Bauchlage des Patienten begünstigt eine schnelle Auffüllung der gesamten unteren Kelchgruppen und des Nierenbeckenausganges, der sich bei einer Pyelektasie meist von medial nach ventral verlagert.

c. Das Urogramm mit erhöhter Kontrastmittelmenge: (99, 114)

Neuere Autoren neigen dazu, - auch aus Gründen der Zeitersparnis - bei der Aufnahme von Urogrammen die i.v. verabreichte Kontrastmittelmenge in Fällen von mäßiger (GFR 5o - 7o ml/min) bis starker (GFR < 1o ml/min) Funktionsminderung zu erhöhen. Sie kommen auf diese Weise, was die Beurteilung der Morphologie der Harnorgane betrifft, zu befriedigenden Ergebnissen.

d. Das Urogramm mit Kompression der Ureteren (76, 112):

Das Urogramm mit Kompression der Ureteren soll nur durchgeführt werden, wenn Frühaufnahmen durch mangelnde

Füllung keine ausreichende Beurteilung des Nierenbeckenkelchsystems zulassen. Bei Verdacht auf Harnstauung sind Kompressionsaufnahmen kontraindiziert, weil durch den Druck auf den Unterleib der ohnehin bereits erhöhte Binnendruck im Nierenbecken (über 12 - 15 mm Hg) weiter gesteigert und der bestehende Zustand nur noch verschlimmert würde (118).

e. Das Urogramm mit Kontrastmittelinfusion (Infusions-(urogramm) (47, 101, 102, 106, 107):

Im Vergleich mit der Urographie bei Kompression der Ureteren ist die Infusionsurographie (IUG) eine physiologische Untersuchungsmethode. Ähnlich wie unter Clearancebedingungen vermittelt das Infusionsurogramm im Gegensatz zur einmaligen Kontrastmitteldosis ein gleichmäßiges Kontrastmittelangebot über einen längeren Zeitraum. Dadurch kommt es zu einer verstärkten und verlängerten Kontrastierung des Nierenparenchyns und der ableitenden Harnwege, besonders bei der Harnstauungsniere mit eingeschränkter Nierenfunktion. Ein Miktionscystourethrogramm kann, wenn erforderlich, direkt im Anschluß an die IUG ausgeführt werden.
Der Vorteil der IUG beruht hauptsächlich in der vollständigen und exakten Darstellung des gesamten Hohl-

systems. Außerdem läßt die längere Kontrastmittelanflutung eine morphologische und funktionelle Diagnostik zu durch zusätzliche tomographische und kinematographische Aufnahmen sowie durch Ablaufstudien unter Fernsehdurchleuchtung.

SCHMIEDT (1o6, 1o7) hält die Infusionsurographie bei leichten bis mäßigen Harnabflußstörungen für indiziert, ebenso bei leichten bis mäßigen Niereninsuffizienzen (d.h. Rest-N bis 7o oder 8o mg% bzw. Kreatinin bis 2,5 mg%), und allgemein in all jenen Fällen, bei denen mit der konventionellen Urographie wegen mangelhafter Kontrastmittelausscheidung, wegen Adipositas oder Meteorismus nur unbefriedigende Bilder erreicht werden können, die eine genaue Beurteilung nicht zulassen. Das gilt besonders auch für die Patienten mit unklarer Hämaturie oder Pyurie, deren Urogramme keine Klärung bringen (34).

SCHENCKER (1o1, 1o2) betont, daß das Infusionsurogramm erst nach erfolglosem herkömmlichen Urogramm durchgeführt werden sollte (" a second procedure"). Eine primäre Anwendung erscheint nur dann gerechtfertigt, wenn eine vollständige Ureterdarstellung erwünscht ist. Diese komplette Abbildung des Harn-

trakts im Röntgenbild, die zum Beispiel Ureterstrikturen ohne Mühe erkennen läßt (27), ist auch als ein besonderer Vorzug der Infusionsurographie anzusehen.
Das schattendichte Nephrogramm, das einerseits den Vorzug der besseren Erkennung von Parenchymschäden hat, wird von DURE und SMITH (27) in manchen Fällen auch als Nachteil gewertet, nämlich dann, wenn durch den kräftigen Kontrastschatten Einzelheiten an den Kelchen z.B. verdeckt werden.

Für die Infusionsurographie gelten die gleichen Kontraindikationen wie für die konventionelle Ausscheidungsurographie. Wegen des vermehrten Flüssigkeitsangebotes ist sie jedoch zusätzlich bei cardialer Dekompensation kontraindiziert.

Die Technik ist gegenüber der bei der normalen AUG insofern modifiziert, als bei der IUG eine wesentlich größere Menge an Kontrastmittel parenteral verabreicht wird. Die obengenannten Autoren (1o1, 1o2, 1o6, 1o7) geben für Erwachsene etwa 3oo ml Infusionsflüssigkeit an, die ungefähr zur einen Hälfte aus Kontrastmittel und zur anderen Hälfte aus 5 %iger Zuckerlösung (zwecks besserer Verträglichkeit) besteht und in wenigen Minuten infundiert wird. Nach 1o und 3o Minuten können Röntgenaufnahmen gemacht werden. Spätaufnahmen sind überflüssig, wodurch sich die Dauer der Untersuchung in vielen Fällen wesentlich verkürzt.

Trotz der höheren Kosten hat sich diese Art der Ausscheidungsurographie sehr schnell durchgesetzt und einen festen Platz in der urologischen Untersuchung an der Klinik eingenommen.

f. Das Urogramm bei forcierter Diurese:

Unter dem Begriff "hydration pyelography" wurde das sogenannte Belastungsurogramm erstmals 1968 im amerikanischen Schrifttum angegeben (66, 136). Nach BRESSEL (13) und Mitarbeitern, die das Belastungsurogramm an unserer Klinik nach Methodik und diagnostischem Wert überprüften, dient es vor allem der rechtzeitigen Erkennung von latenten oder intermittierenden Abflußstörungen im Bereich der oberen Harnwege (86). Derartige Entleerungsverzögerungen liegen immer dann vor, wenn das physiologische Harntransportmaximum - definiert als Harndurchflußmenge pro Zeiteinheit bei physiologischen Druckverhältnissen - eingeschränkt ist.

Unter den Bedingungen einer verstärkten Diurese infolge entsprechender, vorheriger Infusionen an Glucose und Mannit wird beim Patienten eine Ausscheidungsurographie durchgeführt. Um eine befriedigende Bildqualität zu erzielen, wird von den Verfassern empfohlen, entweder eine doppelte Kontrastmittelmenge zu Beginn zu injizieren oder Kontrastmittellösung zu infundieren. -

II. Die Nierenangiographie (NAG):

a. Historische Entwicklung:

Die bisherigen Routinemethoden gestatteten im wesentlichen eine Darstellung des Nierenweichteilschattens und des Nierenhohlraumsystems, einschließlich der ableitenden Harnwege. Mit der Angiographie erfuhr die Nierendiagnostik eine beträchtliche Erweiterung, weil jetzt auch die Gefäßstruktur der Niere sichtbar gemacht werden konnte.(2).

VOGLER und HERBST (13o) unterscheiden vier verschiedene Methoden zur Gefäßdarstellung der Nieren:

1. die intravenöse Methode,
2. die translumbale Aortographie,
3. die Kathetermethoden und
4. die gezielte oder selektive Nierenangiographie.

1) Im Jahre 1929, zur gleichen Zeit also, als VON LICHTENBERG und SWICK (77) die Ausscheidungsurographie in die urologische Klinik einführten, wurde gemeinsam von den drei Autoren DOS SANTOS, LAMAS und CALDAS (25) eine neue klinische Untersuchungsmethode angegeben, die nicht nur auf dem Gebiet der Nierendiagnostik große medizinische Bedeutung erlangen sollte.
Es war die translumbale Aortographie.

Sie gestattete eine Kontrastdarstellung der Aorta und ihrer Äste im Röntgenbild und machte damit eine Beurteilung der arteriellen Durchblutungsverhältnisse der Bauchorgane möglich. Wenige Jahre später schon berichtete DOS SANTOS über die ersten diagnostischen Erfahrungen bei Tumoren im Bereich der Nieren auf Grund der sichtbar gemachten pathologischen Gefäßstrukturen. Wohl bedingt durch die technischen Schwierigkeiten und wegen der relativ schlecht verträglichen Kontrastmittel, die damals noch verwendet wurden, setzte sich die neue diagnostische Methode nicht durch und geriet schon bald wieder in Vergessenheit. Erst nach dem zweiten Weltkrieg wurde dem Verfahren wieder mehr Interesse zugewandt, und sehr bald teilten amerikanische Autoren ihre diesbezüglichen klinischen Erfahrungen mit (85, 133).

Erst seit 1950 hat diese neue Methode unter dem Namen "Nierenangiographie" den ihr gebührenden Eingang in die klinische Nierendiagnostik gefunden. Bis heute wurde die Methode technisch weiter verfeinert und ist damit leichter durchführbar und auch ungefährlicher geworden.

2) Die Entwicklung der Gefäßkathetermethoden nahm einen ähnlich verzögerten Verlauf. Im Jahre 1941 beschrieb FARINAS (32) erstmals die transfemorale Aortographie, d.h. ein Verfahren, bei dem das Röntgenkontrastmittel über einen Gefäßkatheter in die Bauchaorta eingebracht wird. Von der operativ freigelegten A. femoralis wird dieser Katheter durch einen Trokar retrograd bis in die Aorta vorgeschoben.

Fast ein Jahrzehnt später konnte LINDGREN (78) (1950) als erster auf perkutanem Wege einen Katheter durch eine Punktionskanüle der A. femoralis bis in die Aorta einführen und 1953 gelang es PEIRCE und RAMEY (93) und vor allem auch SELDINGER (113), die perkutane Aortographie mittels Katheter methodisch so weit zu vervollkommnen, daß die Angiographie der Nieren nun in relativ einfacher Weise möglich wurde.

Eine Kontrastmitteldarstellung der Aorta, die durch Katheterisierung der freigelegten Arteria radialis erreicht wird - auch Anfang der 50er Jahre entwickelt - hat sich bis heute nicht überzeugend behaupten können.

3) ALKEN und SOMMER (2) brachten 1950 eine vorläufige Mitteilung über die sogenannte Renovasographie heraus, einer gezielten Methode der Nierengefäßdarstellung bei operativ freigelegtem Organ durch direkte Punktion der A. renalis. So konnte während der Operation die intrarenale Aufzweigung der Nierenarterie im Falle einer Nierenresektion festgestellt werden und das weitere Vorgehen des Operateurs gezielter und sicherer erfolgen.

4) Seit 1956 ist die selektive Nierenangiographie nicht mehr erst unter der Operation, sondern auch schon prae- oder postoperativ bzw. ohne jeden operativen Eingriff möglich. TILLANDER (123) brachte es fertig, einen flexiblen Herzkatheter bis in die Bauchaorta vorzuschieben und mittels Magnetfeld, dessen Spitze bis in die Nierenhauptarterie zu dirigieren. ÖDMAN (89), EDHOLM (30) und SELDINGER (113) modifizierten die transfemorale Kathetermethode in der Art, daß durch vorherige Biegung der Katheterspitze der Abgang der Nierenarterie von der Aorta gefunden und das Kontrastmittel direkt in das Gefäßsystem der jeweiligen Niere gespritzt werden konnte. GOLLMANN (42) verbesserte ein Jahr später die Technik dieses Verfahrens noch weiter, indem er eine Drahtspirale mit Verstärkungsdraht als Hilfsmittel verwendete, um den Katheter unter Bildschirmkontrolle an die gewünschte Stelle in der Aorta zu führen.

Heute wird allgemein der perkutanen transfemoralen Kathetermethode nach SELDINGER/ÖDMAN/GOLLMANN (42, 89, 113) der Vorzug gegenüber der translumbalen Aortapunktion gegeben, so daß nur bei Komplikationen von der letzteren Gebrauch gemacht wird.

5) In letzter Zeit ist von KARRAS und Mitarbeitern (1963 (65)) sowie von CAINE und Mitarbeitern (1967 (17)) noch eine katheterlose Methode der renalen Angiographie angegeben worden. Dabei wird eine bestimmte Kontrastmittelmenge perkutan in die linke Armarterie relativ schnell injiziert, damit sie gegen den natürlichen Blutstrom bis zum Aortenbogen und von dort mit dem Blutstrom bis zur Nierenarterie gelangen kann und die Gefäße sowie das Parenchym auf diese Weise röntgenologisch erfaßt werden.

b. Methodik, Indikationen und Kontraindikationen sowie Modifikationen der Nierenangiographie (NAG).

1. Alle genannten Methoden der NAG beruhen auf der Möglichkeit, durch Einbringung von Kontrastmittel in die Blutbahn die Gefäße der Niere direkt und das von ihnen versorgte Parenchym indirekt im Röntgenbild sichtbar zu machen. Man unterscheidet beim NAG

- eine arterielle Phase mit Darstellung der Nierenarterie und ihrer Aufzweigung in die größeren Äste, die noch makroskopisch im Röntgenbild zu erkennen sind,
- eine parenchymatöse Phase, die die Durchströmung der Kapillaren mit dem kontrastmittelhaltigen Blut anzeigt (auch kapillare Phase genannt), erkennbar am Auftreten des sogenannten nephro-

graphischen Effektes, und

- die venöse Phase, in deren Verlauf die großen Venen zur Abbildung kommen.

Somit gibt das NAG dem Kliniker Auskunft über die Gefäßversorgung der Nieren, anhand derer sich pathologische Veränderungen des Nierenparenchyms nachweisen lassen und über den Durchblutungsvorgang, der zusammen mit der Höhe der Durchblutung eine indirekte Beurteilung der Leistungsfähigkeit des Organs ermöglicht (57). Im einzelnen sind das Kaliber der Gefäße, besonders das der Nierenhauptarterie, die Anordnung und Aufzweigung ihrer Äste sowie die Intensität des nephrographischen Effektes ein Maß für die Funktion der Niere. Die Ausscheidungsfähigkeit der Niere kann direkt nur auf Spätaufnahmen der Parenchymphase erkannt werden, dann nämlich, wenn das Kontrastmittel in das ableitende Hohlraumsystem ausgeschieden wird.

2. Seitdem die Nierenangiographie routinemäßig in den urologischen Kliniken angewandt wird, haben inzwischen viele Autoren (16, 17, 43, 59, 1o3, 1o4, 124, 13o, 131, 132) ihre Erfahrungen mit dieser Spezialuntersuchung der Niere mitgeteilt und jeweils Hinweise bezüglich der Indikation angegeben. Danach zeigt sich

der diagnostische Wert der Nierenangiographie vor allem:

- bei der Erkennung von Nieren- und Nebennieren-Tumoren,
- bei unklarer Hämaturie,
- bei Nierentraumen,
- zur Feststellung der Gefäßversorgung der Niere (besonders vor operativen Eingriffen),
- bei Nieren, die im Ausscheidungsurogramm "stumm" bleiben und gleichzeitig eine retrograde Sondierung aus anatomischen und technischen Gründen unmöglich ist (z.B. Harnleiter-Verschluß), d.h. in allen Fällen, die pyelographisch nicht geklärt werden können;
- bei Verdacht auf kongenitale Anomalien der Niere. Unter strenger Indikationsstellung kann die NAG auch bei Kindern durchgeführt werden (67, 143). Es ist besonders dann notwendig, wenn die konventionellen Methoden keine klare Diagnose erbringen.

BUSCHMANN und KERK (16) nennen die NAG eine wertvolle Ergänzung der konventionellen Röntgenuntersuchungsmethoden und weisen besonders auf den Gewinn des Verfahrens für die Diagnostik raumfordernder Prozesse hin (124). Sie erzielten hierbei eine Treffsicherheit von 95 - 99 %. Gleichzeitig können Neoplasmen, die im Nierenparenchym selbst liegen und noch nicht zur Deformierung der Nierenhohlräume geführt haben, gerade durch den nephrographischen Effekt früh erkannt werden.

Allgemein sollte die Nierenangiographie nur nach strenger Indikation durchgeführt werden. Die Abdomenleeraufnahme, die Ausscheidungsurographie und die retrograde Pyelographie sind die tragenden Säulen der urologischen Diagnostik und die NAG dient nur zur Klärung der unsicheren Befunde, bei denen die ersteren keine klare Diagnose zulassen (59, 1o3, 1o4).

DEUTICKE (22) hält die NAG für die Erkennung aller Veränderungen an den Nierengefäßen selbst für unerläßlich und für die Diagnostik einiger Nierenerkrankungen von großem Wert, z.B. in der Differentialdiagnose zwischen Tumor und Hydronephrose. Während das Neoplasma meist durch eine starke Vaskularisation (pathologische Gefäßneubildung) im Angiogramm imponiert, ist für die Hydronephrose eine starke Rarefizierung charakteristisch. Bei einer Nierencyste fehlt sogar jegliche Gefäßzeichnung.

Als spezielle Indikation der NAG gelten heute (26):

1. der ungeklärte Hochdruck,
2. die ungeklärte funktionslose ("stumme") Niere,
3. die ungeklärte Hämaturie.

Kontraindiziert ist die NAG bei Urämie, bei schlechtem Allgemeinzustand, bei frischen Infarkten sowie bei Antikoagulantienbehandlung. Ebenso ist auch hier wie bei Ausscheidungsurographie die früher erwiesene Kontrastmittelunverträglichkeit eine Gegenindikation. VOGLER und HERBST (13o) halten es für wichtig, den Patienten zuerst einer vollständigen urologischen Diagnostik zu unterziehen, bevor man auf die Spezialuntersuchung der Nierenangiographie zurückgreift.

3. Das Nierenangiogramm bei der akuten und chronischen Harnstauungsniere.

Die angiographische Untersuchung einer Harnstauungsniere liefert dem Kliniker zusätzliche Informationen, die ihm die Entscheidung für eine organerhaltende oder für eine organentfernende Operation erleichtern. Die Harnstauung führt über eine anfängliche Ektasie des Hohlraumsystems schließlich zur allmählichen Druckatrophie des Nierenparenchyms, die mit einer Rückbildung der arteriellen Blutgefäße verbunden ist. Insbesondere kommt es zur Rarefizierung der feineren Gefäßzweige, was in einer verminderten Schattendichte in der nephrographischen Phase seinen Ausdruck findet.

Die Parenchymbreite nimmt bei Fortschreiten der Erkrankung ab, die Nierenoberfläche wird leicht buckelig. Die Nierenarterie erfährt bei größerem Gewebsuntergang eine deutliche Verschmälerung im Angiogramm (22).

LAUBENBERGER (75) hat eine Einteilung der Harnstauungsniere in drei Stadien nach dem angiographischen Bild angegeben. Danach befindet sich eine Harnstauungsniere im Initialstadium (I), wenn im Angiogramm lediglich eine Ektasie des Nierenbeckenkelchsystems sichtbar wird (akute Harnstauung).
Das Stadium II ist an der zunehmenden Vergrößerung der Niere zu erkennen, wobei sich gleichzeitig eine deutliche Verschmälerung des Parenchyms und eine mäßiggradige Rarefizierung der Gefäße abzeichnet.

Im Hydronephrosestadium (III) findet sich oft nur noch ein schmaler Parenchymsaum. Die Niere imponiert als Wassersack mit grob-buckeliger Oberfläche. Die Gefäße sind bei extrem eingeengter Nierenarterie stark rarefiziert.
Anhand des Angiogrammbefundes und je nach entsprechender Zuordnung zu einem dieser drei Entwicklungsabschnitte können bei einer Harnstauungsniere begründete Aussagen bezüglich Therapie und weiterem Verlauf (Erholungsfähigkeit) gemacht werden.

Im Stadium I ist in jedem Fall eine organerhaltende Operation gerechtfertigt, da das intakte Gefäßsystem eine rasche Rückkehr zur vollen Leistungsfähigkeit der Niere garantiert, wenn wieder freie Abfluß-verhältnisse bestehen.

Im Stadium II kann eine organerhaltende Operation ebenso in Frage kommen wie eine Ektomie. Die endgültige Entscheidung muß dann außer vom Alter des Patienten besonders auch davon abhängig gemacht werden, ob eine beidseitige Nierenerkrankung oder ob eine Solitärniere vorliegt und ob die Funktion der anderen Niere zur Aufrechterhaltung des Lebens ausreicht.

Auch andere Autoren vertreten die Ansicht, daß man bei einer Harnstauungsniere aus der erkennbaren, noch bestehenden Blutversorgung und aus der Größe des Parenchymmantels gewisse Rückschlüsse auf eine etwaige Erholungsfähigkeit der Niere ziehen kann. (41, 48).

Jedoch macht DEUTICKE (22) darauf aufmerksam, daß die pathologischen Gefäßveränderungen infolge chronischer Harnstauung mehr oder weniger verspätet auftreten. Das bedeutet, daß eine Abnahme des Durchmessers der

Nierenarterie, die im NAG erkennbar wird, um Wochen oder Monate hinter dem schon längst erfolgten Parenchymverlust herhinkt. Wollte man sich in der Funktionsbeurteilung nur auf die Ergebnisse des Angiogrammes verlassen, kämen z.B. bei einer urographisch "stummen", scheinbar funktionslosen Harnstauungsniere entsprechende therapeutische Maßnahmen zu spät. Diese Tatsache schränkt natürlich die Aussagekraft des NAG's dann ein, wenn eine Beurteilung der Erholungsfähigkeit einer "stummen Niere" erwartet wird.

VOLLMER und FERBER (131, 132) betonen den differentialdiagnostischen Wert der NAG besonders bei der ätiologischen Klärung einer "funktionslosen" Niere. Keines der üblichen urologischen und röntgenologischen Verfahren kann in der Diagnose der Ursache des scheinbaren Funktionsausfalles so gut weiterhelfen wie die Nierenangiographie.

Auf die Beschreibung der Technik der einzelnen Verfahren der NAG soll hier verzichtet werden (124). Erwähnt sei nur, daß der Jodgehalt, die Dichte und die Viskosität der verwendeten Kontrastmittel weitgehend die Technik der Gefäßdarstellung bestimmen. Heute wird hauptsächlich CONRAY(R) 80 benutzt, das sich besonders zur Darstellung kleinerer Gefäße eignet (131). Bei relativ geringer Viskosität besitzt es vergleichsweise den höchsten Jodgehalt und ist gut verträglich.

Die Gefahren, die mit der Anwendung der NAG verbunden sind, werden immer wieder in der Literatur hervorgehoben. Die gebrauchte Kontrastmittelmenge geht an die Grenze der Verträglichkeit heran, und besonders bei Harnstauungsnieren kamm es leicht zu Schäden kommen, wenn die Nierentubuli infolge Stauung durch die Kontrastmittel verstopft sind.

Allerdings muß gesagt werden, daß sich bei guter technischer Ausrüstung und einem spezialisierten und eingearbeiteten Team, das die Methodik beherrscht, alle Gefahren auf ein Minimum reduzieren lassen (124, 13o). Für den geübten Untersucher ist es eine relativ einfache und ungefährliche Methode (26). Jedoch erscheint die Nierenangiographie für eine generelle Anwendung zu aufwendig. Sie gehört in die Reihe der Spezialuntersuchungen.

4. Abschließend sollen noch die Vor- und Nachteile sowie die Grenzen der einzelnen Methoden der NAG erwähnt werden.

a) Der große Nachteil der intravenösen Methode besteht darin, daß das Kontrastmittel einen relativ weiten Weg von der Armvene über das rechte Herz, über den Lungenkreislauf, das linke Herz und die Aorta bis zur Nierenarterie zurücklegen muß, so daß es infolge

seiner starken Verdünnung nur zu einer sehr geringen Darstellung der Nierengefäße und einer schwachen, diffusen Anfärbung des Nierenparenchyms kommt. Die mittleren und kleineren arteriellen Gefäße werden nicht erkannt, und damit sind die diagnostischen Möglichkeiten des Verfahrens erheblich begrenzt. Es wird daher heute kaum angewandt (13o).

b) Die translumbale Aortographie läßt sich rascher und einfacher durchführen, und es kommt weniger zu Hämatomen als bei den Katheterme thoden (22). Bei richtiger Nadellage kann eine gute Darstellung der Nieren erreicht werden. Extravasate durch paravasale Injektionen des Kontrastmittels gehören wie bei allen anderen Methoden zu den Komplikationen, die gelegentlich auftreten können. Pathologische Veränderungen der Wirbelsäule und retroperitoneal gelegene, expansive Prozesse können zur Verlegung der Aorta führen, was ihre Punktion erschwert. Eine fehlerhafte Punktion der Bauchschlagader hat immer eine Überlagerung durch andere Äste der Aorta zur Folge. Ein weiterer Nachteil besteht darin, daß durch das "blinde" Punktieren der Aorta eine exakte Lage der Kanüle nicht im voraus bestimmt werden kann, und eine notwendige Korrektur der Nadellage aber nur durch erneute Punktion möglich ist. Nekrosen, Paraplegien, Ruptur eines Aortenaneurysmas und anderes wurden beobachtet (22, 13o).

Die Mortalität bei Anwendung dieses Verfahrens liegt nach VOLLMER (1964 (131)) bei 6 %.

c) Wegen der geringen Komplikationen und der technisch einfacheren Durchführung werden für die Nierenangiographie besonders die Katheterme thoden empfohlen (13o, 131). Durch Vor- und Zurückschieben kann die Lage der Katheterspitze sehr leicht unter Bildschirmkontrolle verändert werden, was als besonderer Vorteil gegenüber der direkten translumbalen Aortenpunktion anzusehen ist. Wanderkrankungen der Gefäße, vor allem stenosierende Veränderungen wie Endangitis obliterans und Arteriosklerose können ebenso wie eine Schlängelung der Beckenarterien ein Vorschieben des Katheters bis zur Nierenarterie erschweren oder gar unmöglich machen. Hämatome und Perforationen der Becken- und Beinarterien sind gelegentliche Komplikationen (124). HALPERN (46) hält jedoch eine Komplikationsrate von 2,4 %, die er bei 1.000 eigenen Untersuchungen mit der perkutanen transfemoralen Methode beobachtete, für völlig akzeptabel. Er konnte in 98,6 % der Fälle mit dem Angiogramm eine sichere Diagnose stellen.

d) Das gleiche gilt auch für die selektive Nierenangiographie (37). Ihr Vorteil liegt darin, daß die isolierte Füllung der Nierenarterie eine Überlagerungsfreiheit durch andere kontrastierte Gefäße (A. coeliaca und A. mesenterica sup.) garantiert (1o, 124). Die Dar-

stellung der Gefäßäste ist auf Grund der größeren Kontrastmitteldichte deutlicher.
Sogar kleinere Gefäße wie Kapsel- und Nierenbeckenarterien oder Äste zur Nebenniere werden vielfach sichtbar, was für die Tumordiagnostik von Bedeutung ist (1o). Denn oft geht die Blutversorgung einer Geschwulst von diesen kleineren Zweigen der Nierenarterie aus. Die Nachteile dieser Methode aber sieht OLSSON (91) in einer möglichen Teilfüllung der Niere, wenn sie von mehreren Arterien versorgt wird, was bei 2o bis 25 % aller Menschen vorkommt.
In solchen Fällen empfiehlt BOIJSEN (1o), die Untersuchung durch eine aortorenale Angiographie zu ergänzen. Aus diesem Grunde wird an unserer Klinik im Anschluß an eine selektive eine transaortale Nierenangiographie durchgeführt. Außerdem besteht trotz der geringeren Kontrastmittelmenge die Gefahr einer größeren Nierenschädigung durch höhere Kontrastmittelkonzentrationen. Zudem kann die angiographierte Niere nicht mit dem Schwesterorgan verglichen werden, es sei denn, man nimmt auch hier gleichzeitig eine selektive Kontrastmittelfüllung des Organs vor. Bei hochgradigen Nierenarterienstenosen und bei Mißbildungen (z.B. dystope Niere) gelingt die Einführung der Katheterspitze in die Nierenhauptarterie nur selten oder gar nicht.

e) Die perkutane, katheterlose Methode, bei der die linke Armarterie punktiert wird, empfiehlt CAINE (1967, (17)) für die Angiographie der Nieren vor allen erwähnten Verfahren (17, 65).
Für den Patienten ist es die Methode mit der größten Sicherheit und der geringsten Belästigung. Für den Untersucher ist die Punktion der Armarterie relativ leicht durchzuführen, da dieses Gefäß selten arteriosklerotisch verändert ist, oberflächlich liegt und bei direkter digitaler Kontrolle Extravasate und Hämatome praktisch immer vermieden werden können. Komplikationen sind äußerst selten. Außer einer eventuellen peripheren Blutdruckerhöhung und einer Radialispulserhöhung wurde angeblich bisher nichts beobachtet.

Insgesamt gesehen ist die Nierenangiographie bei richtiger Indikationsstellung eine Untersuchungsmethode von hoher Aussagekraft, die für den Patienten eine relativ geringe Belastung bringt, wenn ihre Technik vom Untersucher beherrscht wird (26, 46).

III. Die Radioisotopenverfahren.

a) Historische Entwicklung

Isotopennephrographie (ING)

Nierenszintigraphie (ING)

Die Isotopennephrographie und die Nierenszintigraphie sind zwei verschiedene Methoden der Nierendiagnostik mit Radioisotopen. Sie haben eine gemeinsame geschichtliche Entwicklung, die im folgenden kurz aufgezeigt werden soll.

Im Rahmen der amerikanischen Atombombenprojekte nach dem Zweiten Weltkrieg wurde es möglich, in reichlichem Maße Radioisotopen herzustellen (4o, 119). Mit der Entwicklung des Szintillationszählers (1947) war die Voraussetzung geschaffen, um die Radioisotopen in der medizinischen Forschung und Diagnostik zu verwenden. Besonders vorteilhaft in Bezug auf die Messung erwiesen sich Radioisotopen, die Gammastrahlen aussandten, da sie fast ungeschwächt und gradlinig den Körper verließen. Bereits 1951 gelang es erstmals, die Umrisse der Schilddrüse szintigraphisch zu erfassen und bis 1956 konnten auch schon Leber- und Nierenszintigramme angefertigt werden (121, 122). Verschiedene nierenaffine Stoffe wurden radioaktiv etikettiert und auf ihren renalen Ausscheidungsmodus untersucht. Erwähnt seien 131 J-Triopac, 131 J-Diodrast, 131 J-Hypaque und 131 J-Hippuran, von denen sich das letztere wegen seiner ausgesprochenen Nierenaffinität und geringen Toxizität durchgesetzt hat. Hippuran wird nicht in der Leber gespeichert, sondern rasch selektiv durch die Nieren eliminiert. TUBIS et al. (126)(196o) und WAX (1968 (135)) fanden beim Hippuran einen ähnlichen Ausscheidungsmechanismus wie bei der PAH, d.h. also: es wird von der Niere sowohl filtriert als auch sezerniert, vor allem im proximalen Tubulus (92, 145, 147) und gelangt somit in kürzester Zeit maximal zur Ausscheidung. Im Nierenvenenblut finden sich weniger als 2o % der i.v. verabreichten Menge.

KIMBEL (69) war der erste, der 1956 das Isotopennephrogramm beschrieb. Im gleichen Jahr führte WINTER (15o) in Amerika diese neue Untersuchungsmethode in die Klinik ein, nachdem sie von TAPLIN et al. (1955 (121)) experimentell begründet worden war.
Die ersten Tierversuche in Richtung Nierenszintigraphie wurden Anfang der 50er Jahre übernommen, nachdem die Scanner-Technik entwickelt und weiter verbessert worden war (153). 1958 erhielt MC AFEE die ersten Nierenszintigramme beim Menschen (unter Verwendung von Hg^{203} Neohydrin) und seit 196o konnte das neue Verfahren zunehmend klinische Bedeutung gewinnen, als MC AFEE und WAGNER (82) eine öffentliche Mitteilung über die Technik dieser Untersuchungsmethode machten.

Seither haben die Radioisotopenverfahren, zu denen auch die Clearance-Untersuchungen mit radioaktiv markierten Substanzen zählen, einen festen Platz in der Nierendiagnostik eingenommen. In Deutschland trugen hierzu besonders die tierexperimentellen Voruntersuchungen und die klinische Erprobung der neuen Verfahren durch FEINE und ZUM WINKEL bei (33, 4o, 41, 49, 5o, 51, 144 - 149).

b) Methodik, Indikationen und Kontraindikationen sowie Modifikationen der Isotopennephrographie (ING):

1. Während die bisherigen röntgenologischen Untersuchungsmethoden im wesentlichen topographische Aussagen über die ableitenden Harnwege und über die Vaskularisation der Niere machten, ermöglichen jetzt die Radioisotopenverfahren, insbesondere die Isotopennephrographie (ING), eine unmittelbare Beurteilung der Nierenfunktion (35). Im Gegensatz zum Ausscheidungsurogramm, das nur Momentaufnahmen von der Harnentleerung zeigt, gewährt die Nephrogrammkurve dem Kliniker einen

2o - 3o Minuten langen Einblick in die Entleerungsdynamik der oberen Harnwege (4o, 15o, 153).

Die ING beruht auf folgendem Prinzip:

Man bietet dem Organismus radioaktiv markierte, nierenaffine Substanzen (z.B. J-132 Hippuran) auf intravenösem Wege an, die von den Nieren gemäß ihrer tatsächlichen Funktionsleistung aus dem Blut eliminiert werden. Der zeitliche Konzentrationsverlauf der radioaktiven Verbindungen kann nun für jede Niere getrennt von außen gemessen werden. Die Messung erfolgt durch Szintillationszähler, die die Radioaktivität fortlaufend über beiden Nieren und über der Harnblase automatisch registrieren und in Kurvenform aufzeichnen. Die geometrischen Meßgrößen der erhaltenen Kurve lassen Rückschlüsse auf die Ausscheidungsfunktion der Niere zu. Bei verschiedenen Nierenerkrankungen ergeben sich charakteristische Kurvenverläufe, die das Ausmaß und die Art der bestehenden Funktionseinschränkung zeigen (122). TAPLIN und Mitarbeiter (1956 (122)) wiesen zu Beginn der Entwicklung darauf hin, daß das neue Verfahren eine qualitative Beurteilung von drei wichtigen dynamischen Funktionen der einzelnen Niere gestattet. Es könnten gleichzeitig die Nierendurchblutung, die Funktion der Tubuluszellen und die Durchgängigkeit der oberen Harnwege seitengetrennt bei jeder Niere geprüft werden.

Zur qualitativen Auswertung wurden im einzelnen von WINTER (147) und ZUM WINKEL (153) beim normalen Nephrogramm drei Phasen unterschieden, die später mit zunehmender Anwendung des Verfahrens noch exakter interpretiert werden konnten:

1. die Durchblutungsphase (vascular peak), bei der es infolge des intravasalen Antransportes des radioaktiven Stoffes in die Nieren zu einem steilen Aktivitätsanstieg kommt (Dauer: ca. 2o sec.),

2. die Sekretionsphase (secretion segment), die mit einem weiteren Aktivitätsanstieg verbunden ist, da durch die beginnende renale Substanzausscheidung vermehrt Aktivität im Nierenparenchym angereichert wird (Dauer: 3 - 5 min.),

3. die Entleerungsphase (excretion segment), für deren Verlauf ein deutlicher Aktivitätsabfall charakteristisch ist, der durch den Abtransport der radioaktiv markierten Substanzen über Harnleiter und

Blase hervorgerufen wird (Dauer: 1o - 15 min.).

ZUM WINKEL (147) hat in seiner Monographie (1964) eine Reihe von verschiedenen geometrischen Meßgrößen der Isotopennephrogrammkurve angegeben, auf deren genaue Definition und numerischen Wert hier nicht näher eingegangen werden kann. Sie sind dazu geeignet, die klinischen Befunde der ING einheitlich zu beurteilen, um durch die Objektivierung und Standardisierung Vergleiche anstellen zu können (74, 134, 156).

In Übereinstimmung mit denen, die die Isotopennephrographie entwickelt und weiter an der Kurvenauswertung, sowohl tierexperimentell als auch klinisch gearbeitet haben (2o, 21, 33, 4o, 41, 49-51, 9o, 117, 122, 137, 15o, 153), können ZUM WINKEL und Mitarb. allgemeine Kriterien für ein pathologisches Isotopennephrogramm anführen (144, 145, 147).

Danach weist ein verringerter Initialanstieg auf eine gedrosselte Durchblutung der Niere hin, die die Folge einer Verkleinerung des funktionstüchtigen Nierenparenchyms ist. Ein abgeflachter (Kulminationspunkt später als 6 min.) oder fehlender Aktivitätsanstieg in der zweiten Phase läßt einen mehr oder weniger manifesten Parenchymschaden vermuten, die tubuläre Konzentration ist vermindert und schließlich muß eine Entleerungsstörung oder ein verkleinertes Harnvolumen als Folge einer verringerten Transportgeschwindigkeit angenommen werden, wenn in der dritten Phase die Aktivität überhaupt nicht bzw. nur verzögert abfällt (Halbwertszeit länger als 12 min.) (119).

Jedoch weisen SUSSMAN et al. (119) darauf hin, daß viele Nierenerkrankungen mit einer verzögerten Harnentleerung verbunden sind, obwohl freie Abflußverhältnisse vorliegen. Im allgemeinen gilt ein abnormes Isotopennephrogramm als relativ unspezifisch (7o, 71). Es kann sowohl einen verminderten Urinfluß oder eine herabgesetzte Tubulusfunktion als auch eine Abflußstörung widerspiegeln.

Bei näherer Betrachtung stellt sich heraus, daß die verschiedenen Funktionsabläufe in der Niere sich zeit-

lich gegenseitig überlappen und miteinander interferieren. Jedes der drei Kurvensegmente des Nephrogramms ist der Ausdruck eines komplexen Geschehens (39, 55, 71, 92, 134, 137). Die gesamte Kurve ist sozusagen die "Resultante" der komplizierten renalen funktionellen Vorgänge (4o). Ganz allgemein spiegelt die Gefäßphase nur die Verteilung des radioaktiven Stoffes im ganzen Körper und die frühe Aufnahme durch die Niere wieder (96, 117). ZUM WINKEL (147) kann auf Grund eigener Untersuchungen darlegen, daß in der ersten Phase neben der Nierendurchblutung auch pararenale Durchblutungsverhältnisse und zum Teil auch schon tubulo-sekretorische Anreicherungsvorgänge miterfaßt werden. SUSSMAN et al. (119) schreiben, daß mindestens ein Drittel der Aktivität der ersten Phase (gegen deren Ende sogar die Hälfte) von der glomerulotubulären Funktion beigetragen wird (137).

Daher ist eine Analyse der sogenannten Gefäßphase des Isotopennephrogramms in Bezug auf die Nierendurchblutung wie sie z.B. QUINN (1963 (96)) vorgenommen hat, für die klinische Diagnostik nur von fraglichem Wert. Ein relatives Maß für die Durchblutung der Nieren liefert erst die Steigung der Kurve in der zweiten Phase (9, 57).

Die Blutaktivität hat in der Sekretionsphase neben der Hippuranausscheidung durch die Tubuluszellen ebenso einen Einfluß auf den Kurvenverlauf wie auch die abfließende Substanz im Nierentotraum (39, 137). Die Vorgänge der tubulären Konzentration und Sekretion reichen bis in die Entleerungsphase hinein, d.h. sie laufen gleichzeitig neben der beginnenden Aktivitätsausschüttung ab (24).

In der dritten Phase wird im wesentlichen die Entleerungsdynamik der ableitenden Harnwege veranschaulicht (24, 39). Bei normaler Hydratation ist die Aktivität bereits nach 1o Minuten auf die Hälfte ihrer Höhe vom Kulminationspunkt abgesunken (Halbwertszeit) (147).

Alle erwähnten Zusammenhänge erschweren natürlich die genaue Interpretation des Isotopennephrogramms in der Klinik. Primär ist das J-^{131}-Hippuran-Nephrogramm ein Maß für die tubuläre Funktion und den Urinfluß (das Harnvolumen), jedoch stehen beide Leistungen in enger Beziehung zur glomerulären Filtrationsrate (GFR) und zum renalen Plasmafluß (RPF), d.h. indirekt zur Nierendurchblutung (119). Die Durchströmung der Niere mit Blut und die Abflußverhältnisse sind die wichtigsten Kriterien, um eine Nierenerkrankung zu beurteilen (24). An dieser Stelle ergänzen sich sehr gut die Nierenangiographie und die Nephrographie (57).

Messungen der Aktivität im Blut und über der Harnblase sowie im Urin (24) können neben der Bestimmung des spezifischen Uringewichtes mit dazu beitragen, die Aussagekraft des Isotopennephrogramms zu erhöhen. Ein pathologischer Kurvenverlauf kann nur im Vergleich mit der Normalkurve und eine bestimmte Krankheitsgruppe nur auf Grund eines charakteristischen Kurvenverlaufes diagnostiziert werden (4o, 51).

2. Anschließend sollen die Vorzüge der Isotopennephrographie kurz dargestellt werden (4o, 49, 5o, 52, 54-57, 9o, 92, 1oo, 145, 15o, 151, 153, 154). Einer der Hauptvorteile ist die Möglichkeit der äußerlichen und seitengetrennten Nierenfunktionsprüfung. Da nur ganz geringe Mengen an radioaktiver Substanz (unter 1 mg) intravenös appliziert werden - beim Ausscheidungsurogramm sind es dagegen mindestens 15 g Kontrastmittel (147) - treten keine toxischen Nebenwirkungen auf. Außerdem beträgt die Strahlenbelastung des Patienten nur 1 - 2 % derjenigen einer normalen AUG, so daß das Verfahren sogar bei Schwerkranken und Kindern ohne größeres Risiko angewandt werden kann. Aus den gleichen Gründen darf auch in kürzeren Zeitabständen bei einem Patienten wiederholt ein ING

durchgeführt werden. HAUGE et al. (49 - 51) sprechen von einer weitgehenden Unabhängigkeit der ING von der diuretischen Phase, was gegenüber den röntgenologischen Untersuchungsverfahren der Niere von Vorteil ist. Wegen der einfachen Handhabung und der geringen Belästigung für den Patienten kann die ING ambulant erfolgen. Sie gestattet vor allem eine schnelle Information über die Nierenfunktion und wird deshalb von mehreren Autoren als Voruntersuchung (screening test) zur frühzeitigen und vorläufigen Abklärung einer eventuellen Erkrankung der Nieren und ableitenden Harnwege empfohlen (33, 55, 57, 92, 117). WINTER und BEYER (154) betonen den einzigartigen Wert der Isotopennephrographie bei Anwendung während der Operation. Ergibt sich z.B. intraoperativ die Notwendigkeit einer Nephrektomie, so kann der Chirurg mittels eines Isotopennephrogramms in wenigen Minuten eine Auskunft über die Funktion der kontralateralen Niere erhalten. Das gleiche gilt für überraschende Situationen nach Eröffnung des Bauchraumes, wenn umgehend eine Einschätzung der Nierenfunktion erforderlich wird, um gezielt operieren zu können.

Die Nachteile dieser modernen Untersuchungsmethode sind vergleichsweise gering. Ungenauigkeiten in der technischen Durchführung (z.B. veränderte Meßgeometrie durch falsches Aufsetzen der Szintillationszähler) und

die empfindliche Technik der verwendeten Apparaturen sind nicht selten die Ursache von falschen Kurven, die zu Fehldiagnosen führen (54). Psychische Faktoren (z.B. Angst vor der Untersuchung) können alle drei Kurvenabschnitte beeinflussen (6o).
Aus dem Isotopennephrogramm läßt sich zwar relativ leicht eine verminderte Nierenfunktion ablesen, jedoch gibt die Kurve keine Auskunft über die möglichen Ursachen, d.h. über das pathologisch - anatomische Substrat einer vorliegenden Funktionseinschränkung (49 - 51). Daher haben HÖR und PABST (1965 (55)) vorgeschlagen, unter Verwendung von Radiosalyrgan (Hg^{2o3}) die Nephrographie und Nephroszintigraphie in Kombination durchzuführen (55-57, 92, 1o8, 119).

3. Neben dem Rat, die Isotopennephrographie in der Nierendiagnostik in breiterem Umfang als bisher anzuwenden, gelten als eigentliche Indikationen vor allem (147):
   - eine generelle Beurteilung der Nierenfunktion (tubuläre Leistungen), gerade auch in allen Fällen mit zu starker Rest-N-Erhöhung im Blut, bei denen die Ausscheidungsurographie kontraindiziert ist,
   - Kontrollen der Nierenfunktion vor und nach therapeutischen Maßnahmen konservativer oder chirurgischer Art, besonders auch vor und nach jeder Strahlentherapie im Abdominalbereich, um frühzeitig Strahlenläsionen der Niere erkennen zu können;

- Verdacht auf einseitige Nierenerkrankungen (Seitenlokalisation). - Verdacht auf Hypertonus renaler Genese;
- Abflußstörungen der oberen Harnwege (auch vesicoureteraler Reflux);
- vermutliche renale Komplikationen bei Bauchtumoren oder nach gynäkologischen Tumoroperationen;
- Nierenfunktionsprobe bei Kindern;
- Differentialdiagnose der urographisch "stummen" Niere;
- die Differentialdiagnose der Anurie (praerenale, renale oder subrenale Ursache);
- schließlich Verlaufskontrollen bei nephrologischen und urologischen Erkrankungen (7, 8, 23, 29, 33, 35, 4o, 45, 49-51, 52, 54, 55, 92, 11o, 117, 122, 139, 144, 147, 151, 153).

Anhand der klinischen Erfahrungen bei über 3.000 durchgeführten Isotopennephrogrammen kann ZUM WINKEL (1964 (147)) behaupten, daß es für die ING keine Kontraindikationen gibt, zumal sie auch bei Patienten mit schwerer Niereninsuffizienz (präurämischer Zustand) durchgeführt werden kann (55).

4. Das Isotopennephrogramm bei akuter und chronischer Harnstauungsniere.

Was die Diagnostik der Harnstauungsniere betrifft, so wird allgemein die Ansicht vertreten, daß das Isotopennephrogramm sehr gut dazu geeignet ist, um frühzeitig eine beginnende Einschränkung der Nierenfunktion zu erfassen (7, 35, 51, 52, 73, 139, 144). Die rechtzeitige Diagnose einer Pyelektasie ist von entscheidender Bedeutung für ihre Behandlung. Das Ausmaß und die Dauer der Harnstauung sind aus dem Kurvenbild weitgehend zu ersehen. Bei Entleerungsstörungen der unteren Harnwege zeigen sich vor allem in der zweiten und dritten Phase des Nephrogramms relativ zuverlässige Abweichungen von der Norm.

MACHIDA (79) beobachtete im Rahmen eigener experimenteller Studien, ebenso auch DENNEBERG et al. (2o, 21), daß zwischen dem Aktivitätsanstieg in der Sekretionsphase und der Größe des Restparenchyms der harngestauten Niere eine direkte Beziehung besteht.
Bei der akuten Stauung (infolge Ureterstein, Spasmus, Katheter oder Oedem) steigt die Kurve in der Sekretionsphase unentwegt an, ohne ein Maximum zu erreichen. Es wird fortlaufend Aktivität im Nierenparenchym angereichert, denn die Tubuluszellen sind noch intakt. Die Entleerungsphase zeigt eine Umkehr des normalen Kurvenbildes,

d.h. statt eines Aktivitätsabfalles kommt es zu einem steilen Anstieg in der III. Phase.

Bei chronischer Harnstauung ist es unterdessen schon zu Tubulusnekrosen gekommen. Sekundäre Nierenkrankheiten komplizieren das klinische Bild. Die Vaskularisierung und die Funktion der Niere sind entsprechend vermindert. Der sogenannte Durchblutungspeak ist erniedrigt. Je nach Ausmaß des Parenchymschadens beobachtet man in der zweiten Phase des ING's eine mangelhafte bis fehlende Aktivitätsanreicherung (135). Meist ist die gesamte Sekretionsphase bei einer inkompletten Abflußbehinderung prolongiert. In der dritten Phase fällt die Aktivität nur verzögert ab. WINTER (1963 (153)) weist darauf hin, daß nicht jede verlangsamte Entleerungsphase gleichbedeutend ist mit einer Abflußstörung. Vesico-ureteraler Reflux, schwere Dehydration und bestimmte Formen einer Dysfunktion der Niere (Ischämie; polycystische Degeneration) können das Kurvenbild einer Harnabflußstörung nachahmen, ohne daß eine tatsächliche Harnstauung vorliegt.
In dem Verlust an aktivitätspeicherndem Nierengewebe sieht KRETCHMAR (1963 (73)) den Grund dafür, daß das Nephrogramm im Anzeigen einer chronischen Harnstauung nicht sehr zuverlässig ist.

Ein kontinuierlicher und zeitlich verlängerter Aktivitätsabfall im Isotopennephrogramm wird bei organischen Abfluß-

behinderungen gefunden, ein mehr treppenförmiger und plötzlicher bei spastisch-funktionellen Entleerungsstörungen (147).

Eine quantitative Analyse des ING, die mehrfach versucht wurde, ist bis heute kaum möglich (9, 15, 9o, 147). Beispielsweise wäre ein Vergleich des Maximums verschiedener Kurven wenig sinnvoll, da die absolute Höhe der Aktivitätskurve von ganz verschiedenen Faktoren abhängig ist, wie z.B. von der Lage des Szintillationszählers, vom Verteilungsvolumen des Indikators im Organismus oder vom Abstand der Niere vom Szintillationskristall (Adipositas).

Im Gegensatz zu HAUGE (1962 (49, 5o)) sind andere Autoren der Meinung, daß außer der Lagerung des Patienten und der Stellung der Detektoren auch der Hydratationszustand des Untersuchten einen wesentlichen Einfluß auf die Kurve des ING nimmt (119). Der Aktivitätsabfall hängt vom Urinvolumen ab. Im Zustand der Diurese verläuft die Entleerungsphase rascher, d.h. das dritte Kurvensegment fällt steiler ab als im Zustand der Konzentration (9, 73, 119, 134, 137, 147).

Bei mehr oder minder starker Dehydration tritt jedoch sehr häufig das Bild der sogenannten "treppenförmigen" Entleerungsverzögerung auf, die gelegentlich Anlaß zur falschen Beurteilung der Kurve gibt. SUSSMAN (119)

schlägt daher vor, den Hydrationszustand des Patienten zu standardisieren, um somit einheitliche Untersuchungsbedingungen zu schaffen.

5. Die segmentäre Isotopennephrographie.

1968 ist von ANDRYSEK und Mitarb. (6) eine verfeinerte Methode der ING angegeben worden. Es handelt sich um die segmentäre Isotopennephrographie, bei der der Aktivitätsverlauf über einer Niere mit mehreren Detektoren aufgenommen wird. Wenn wie bisher nur ein Szintillationszähler für jede Niere verwendet wird, kann dem Untersucher sehr leicht ein isolierter pathologischer Prozeß im Nierenparenchym entgehen, da der Kurvenverlauf des Nephrogramms nur wenig oder gar nicht beeinflußt wird. Eine Änderung der nephrographischen Kurve erfolgt stets nur entsprechend dem Verhältnis von gesundem zu erkranktem (funktionseingeschränktem) Gewebe. Die segmentäre ING aber gestattet z.B. eine getrennte Untersuchung der Funktion des oberen und unteren Nierenpols und erlaubt somit eine frühzeitige Erfassung von begrenzten Krankheitsherden in der Niere.

c) Methodik, Indikationen und Kontraindikationen der Nierenszintigraphie (NSG).

1. Das Verfahren der NSG beruht auf dem topographischen Nachweis einer radioaktiv markierten Substanz, die intra-

venös injiziert worden ist und nun abhängig von der renalen Funktionsleistung im Nierengewebe (vorwiegend proximaler Tubulus) angereichert wird (98, 146, 147).

Die Verteilung des nierenaffinen Indikators (z.B. Hg 203 - Salyrgan oder Hg 197 - Neohydrin) im Nierenparenchym kann von außen mit einer automatischen Scanner-Technik festgestellt werden. Dabei wird in einem 20 - 30 Minuten dauernden Abtastvorgang ein Szintillationszähler motorisch über der Nierenregion bewegt und durch eine Folge von Druck- oder Lichtsignalen die Intensität der abgelagerten Radioaktivität aufgezeichnet.
Es werden jedoch nur diejenigen Bezirke der Niere szintigraphiert, die funktionell zur Aufnahme der radioaktiven Substanzen fähig sind, d.h. die NSG gestattet eine morphologische Darstellung des funktionstüchtigen Nierenparenchyms (18). Aussparungen im Szintigramm gelten als Nachweis von zerstörtem Nierengewebe. Allerdings gibt das Verfahren keine Informationen über die Art einer vorliegenden Funktionsminderung.

Somit gelingt es mit der Nierenszintigraphie, bis zu einem gewissen Grade gleichzeitig Auskunft über die Nierenmorphologie und die Tubulusfunktion zu erhalten (109, 140, 141, 146, 147, 148). Doch wird immer wieder betont, daß die Ergebnisse der Nephrographie und Szintigraphie zur näheren Auswertung in jedem Falle mit den röntgenologischen Untersuchungsbefunden verglichen werden sollten (12, 147).

Nierenszintigramme von urämischen Patienten sind nur vorsichtig zu beurteilen. Die stark herabgesetzte Nierenfunktion bedingt eine verminderte Kontrastmittelspeicherung im Nierenparenchym selbst. Der daraus folgende erhöhte Blutspiegel des radioaktiven Indikators ist die Ursache einer stärkeren Anreicherung von Aktivität in der Leber, wodurch das Bild, besonders das der rechten Niere, verfälscht wird (82).

2. Die Vorzüge und Nachteile der NSG:

Die Nierenszintigraphie teilt viele ihrer Vorzüge mit der Isotopennephrographie. Es ist keine Vorbereitung des Patienten erforderlich und die Durchführung ist relativ einfach. Außer einer i.v.-Injektion und dem Liegen in Bauchlage für 2o - 3o Minuten bedeutet das Anfertigen eines Nierenszintigrammes keine weitere Belästigung für den Patienten (5, 18, 19, 44, 61, 9o, 97, 98, 119, 146, 147).

Die Strahlendosis ist zwar größer als bei der Isotopennephrographie, jedoch wesentlich kleiner als bei der Ausscheidungsurographie (5). Die verabfolgte Kontrastmittelmenge ist so gering, daß auch Kinder ebenso wie Patienten mit renaler Dekompensation nierenszintigraphisch untersucht werden können und eine früher festgestellte Kontrastmittelunverträglichkeit keine Kontraindikation bedeutet (19, 38, 62, 97, 98, 111, 116). Der entscheidende

Vorteil der NSG besteht zweifellos in der schon erwähnten Möglichkeit, funktionstüchtiges von funktionsgemindertem bzw. funktionslosem Nierenparenchym topographisch abzugrenzen (18, 62, 97, 98, 1o9, 116). Gasgefüllte Darmschlingen z.B. beeinträchtigen in keiner Weise die Aufnahme der Nieren. Trotz der relativ langen Untersuchungsdauer und der bis heute noch weitgehend unscharfen Abbildung der Nierenumrisse - das Auflösungsvermögen der Scanner ist zu klein - eignet sich die NSG durchaus zur weiteren Klärung unsicherer Röntgenbefunde. Das Nierenszintigramm kann anormale Befunde im Urogramm bestätigen, ergänzen oder widerlegen (12, 35, 38, 62, 98, 116). Es hat auch für das Nierenangiogramm ergänzenden Charakter (19, 1o9, 119).

Jedoch macht das Nephroszintigramm keine direkten Aussagen über die Nierendurchblutung. Es wird fehlerhaft verändert durch eine Infektion der Harnorgane sowie durch technische Faktoren (5). Sammelt sich das radioaktive Kontrastmittel in stärkerem Maße als bei normalen Abflußverhältnissen im Nierenbecken an, so kann die Abbildung des Nierenparenchyms im Szintigramm durch Überlagerung gestört werden und damit Parenchymdefekte verborgen bleiben (61). Als ein gewisser Nachteil der NSG muß auch die relativ lange Untersuchungsdauer von 45 Minuten angesehen werden, in der der Patient still liegen muß (62).

3. Die Indikationen und Kontraindikationen der NSG:

Die Durchführung der NSG ist besonders indiziert, wenn Verdacht auf destruierende Prozesse im Nierenparenchym, wie Infarkte, Tumoren oder Cysten, besteht. Eine Differentialdiagnose kann das Nierenszintigramm hierbei allerdings nicht ermöglichen (5, 14, 44, 62). ZUM WINKEL (1964 (147)) konnte auf Grund eigener szintigraphischer Untersuchungen an über 200 Patienten feststellen, daß sich schon Parenchymdefekte von 1,5 cm Durchmesser im Szintigramm erkennen lassen (14, 19, 38, 62, 9o, 92 97, 98, 1o9, 138, 146, 147).

Weiterhin bedeuten Anomalien, der Verdacht auf polycystische Nierendegeneration und auf foetale Lappung sowie der renal bedingte Hypertonus und die Differentialdiagnose der urographisch "stummen" Niere eine Indikation für die NSG (14, 116).

ALLEN und RILEY (1963 (5)) vertreten die Ansicht, daß vor jeder konservativen oder operativen Therapie die Frage nach dem noch vorhandenen funktionstüchtigen Gewebe der Niere stehen sollte, und daß hierin die NSG "der empfindlichste Test" ist, um auch noch kleine kontrastmittelspeichernde Bezirke an lebensfähigem Nierenparenchym zu entdecken (14, 111, 116).

SCHMIDT, H.A.E. (1o8) und andere Verfasser (55, 56, 92, 119) empfehlen besonders die gleichzeitige Struktur- und Funktionsanalyse der Niere mit Radio-Salyrgan (Hg^{2o3}). Beide Verfahren (Isotopennephrographie und Nierenszintigraphie) zusammen mit der Ausscheidungsurographie, einschließlich der Nierenangiographie in besonderen Fällen, liefern eine umfassende Information über Nierenfunktion und -morphologie (146, 147).

ZUM WINKEL (148, 149) ist der Auffassung, daß Nephrogramm und Szintigramm zusammen mehr Aussagekraft für die Erkennung von Nierenerkrankungen besitzen als jedes andere Verfahren für sich allein. Er rät vor allem zur kombinierten Radioisotopenuntersuchung mit der Szintillationskamera, die das gesamte Untersuchungsgebiet gleichzeitig abbildet und das Szintigramm in eine Parenchymphase und eine Nierenbeckenphase aufzulösen vermag. WINTER (1967 (155)) meint jedoch, daß die Kameraszintigraphie weder eine spezifische Diagnose gestattet noch die konventionellen Nierenfunktionsproben ersetzen kann.
Das Nierenszintigramm darf nicht bei Patienten durchgeführt werden, denen eine Bauchlage für die Dauer der Untersuchung nicht zugemutet werden kann. Weitere Kontraindikationen bestehen nicht (97, 98, 147, 153).

4. Das Nierenszintigramm bei der akuten und chronischen Harnstauungsniere.

In der Diagnostik der Harnstauungsniere bedeutet das Nierenszintigramm eine wertvolle Ergänzung (146). Während das Nephrogramm rein funktionelle Aussagen zuläßt, gibt das Szintigramm der Niere eine mehr morphologisch orientierte Auskunft. Bei der Serienszintigraphie jedoch liegt der Schwerpunkt auf seiten der funktionellen Beurteilung, ohne daß dabei die morphologische Aussage abgeschwächt wird.
Unter der akuten Harnstauung werden vermehrt Aktivitäten im Nierengewebe abgelagert, was in einer intensiveren Anfärbung im Szintigramm seinen Ausdruck findet.
Bei der chronischen Harnstauungsniere lassen die szintigraphischen Bilder deutlich den Verlust an funktionsfähigem Nierenparenchym erkennen. Die oberen Harnwege werden gelegentlich bei extremer Stauung kontrastmittelhaltigen Harns in den nierenbeckennahen Abschnitten mitabgebildet.

C. EIGENE UNTERSUCHUNGEN UND FRAGESTELLUNG

I. Das vorliegende Krankengut.

Im folgenden Kapitel soll das Krankengut, das den statistischen Untersuchungen zugrunde lag, kurz vorgestellt werden. Von allen 173 Patienten im Alter von 3 - 75 Jahren, bei denen an unserer Klinik im Zeitraum von 1965 bis Anfang 1968 neben dem Urogramm bzw. Angiogramm ein Isotopennephrogramm oder Nierenszintigramm oder beides durchgeführt worden ist, sind die Krankengeschichten protokolliert und ausgewertet worden. Sie ließen sich in sechs Krankheitsgruppen sowie eine Gruppe mit urologischem Normalbefund einordnen (Tabelle I - VII).

Anzahl der Patienten: 173

Folgende Krankheitsgruppen: I - VII:

I. Entzündliche Veränderungen:

a) Unspezifische	:	18
b) Spezifische (Tbc)	:	19
Zus.	:	37

II. Raumfordernde Prozesse:

a) Nierencysten	:	9
b) Nierencarcinom	:	11
c) Cystennieren	:	4
d) Blasencarcinom	:	6
e) Prostata-Adenom bzw. -Carcinom	:	3
Zus.	:	33

III. Angeborene Anomalien:

1. Niere:

a) Hufeisenniere	:	3
b) Doppelniere	:	1
c) Nephroptose	:	2
d) Dystope Niere	:	2
e) Nierenaplasie bzw. -Hypoplasie	:	6
Zus.	:	14

2. Harnleiter:

a) Subpelvine Stenose	:	6
b) Stenose im mittleren u.prävesikalen Ureterabschnitt (Megaureter)	:	3
c) Kompression v.außen	:	2
Zus.	:	11

	3. Blase:		
	Neurogene	:	4
	1), 2), 3) Zus.	:	29
IV. Steine:	a) Nierenbecken	:	18
	b) Harnleiter	:	9
	Zus.	:	27
V. Erworbene postrenale Harnabflußstörungen:			
	a) durch Kompression von außen	:	4
	b) nach Voroperationen (urolog.:16) (gynäk.: 4)	:	2o
	Zus.	:	24
VI. Hypertonus:	a) renaler	:	5
	b) essentieller	:	5
	Zus.	:	10
VII: Urologischer Normalbefund:	Zus.	:	13
	I - VII Zus.	:	173

Die vorstehende Aufteilung ist willkürlich vorgenommen worden, richtet sich jedoch im wesentlichen nach der allgemein üblichen Systematik der verschiedenen urologischen Erkrankungen. Bei mehreren, gleichzeitig bestehenden Krankheiten des Harntraktes wurde jeweils diejenige zur Einordnung herangezogen, die klinisch im Vordergrund stand.

Tabelle A: Das gesamte Krankengut.

	Krankheitsgruppen	Zahl der Pat.	Insgesamt durchgeführte Untersuchungen AUG	NAG	retr. Pyel.	ING	NSG	Kontrolluntersuchungen kein AUG mögl.	AUG	ING	NSG
I. Entzündliche Veränderungen	Unspezif.	18	18	3	2	2o	18	1	1	2	–
	Spezif. (Tbc)	19	2o	7	5	22	18	–	1	3	1
II. Raumfordernde Prozesse	Nierencyst.	9	9	7	1	9	9	–	–	–	–
	Nieren-Ca.	11	11	1o	1	12	1o	–	–	1	1
	Cysten-Ni.	4	4	3	1	4	4	–	–	–	–
	Blasen-Ca.	6	7	–	–	7	7	–	1	1	1
	Prostata-Adenom bzw. -Carcinom	3	3	1	–	3	3	–	–	–	–
III. Angeborene Anomalien	Niere	14	15	9	1	14	13	–	1	–	–
	Harnleiter	11	17	3	1	15	1o	1	7	4	1
	Blase	4	3	–	–	4	3	1	–	–	–
IV. Steine	Nierenbecken	18	25	3	5	26	2o	1	8	8	4
	Harnleiter	9	12	2	3	11	7	–	3	2	–
V. Erworbene postrenale Harnabfluß-störungen	Kompression von außen	4	4	1	1	5	2	–	–	1	–
	nach Voroperationen	2o	29	1	3	26	2o	1	1o	6	5
VI. Hypertonus	renaler	5	5	5	–	5	5	–	–	–	–
	essentiell.	5	5	4	–	5	5	–	–	–	–
VII. Normalbefund	urolog.	13	13	6	3	13	11	1	1	–	–
Gesamt:		173	200	65	27	201	165	6	33	28	13

Tabelle A: Fortsetzung

	Krankheitsgruppen	Zahl der Pat.	Isotopennephrogramm im Vergleich mit A U G =	A U G ≠	N A G =	N A G ≠	N S G =	N S G ≠	Nierenszintigramm im Vergleich mit A U G =	A U G ≠	N A G =	N A G ≠	I N G =	I N G ≠
I. Entzündliche Veränderungen	Unspezif.	18	12	5	3	-	15	3	14	3	3	-	15	3
	Spezif. (Tbc)	19	15	4	7	-	16	2	15	2	7	-	16	2
II. Raumfordernde Prozesse	Nierencyst.	9	2	7	6	1	7	2	3	6	6	1	7	2
	Nieren-Ca.	11	5	6	8	2	8	1	5	4	6	2	8	1
	Cysten-Ni.	4	2	2	3	-	4	-	2	2	3	-	4	-
	Blasen-Ca.	6	4	3	-	-	1	6	2	5	-	-	1	6
	Prostata-Adenom bzw. -Carcinom	3	1	2	1	-	2	1	1	2	1	-	2	1
III. Angeborene Anomalien	Niere	14	6	9	6	3	8	5	7	6	7	2	8	5
	Harnleiter	11	9	4	3	-	9	1	7	2	3	-	9	1
	Blase	4	1	2	-	-	2	1	1	1	-	-	2	1
IV. Steine	Nierenbecken	18	11	1o	1	2	18	2	1o	8	1	2	18	2
	Harnleiter	9	8	3	2	-	7	-	5	2	2	-	7	-
V. Erworbene postrenale Harnabfluß-störungen	Kompression von außen	4	3	1	1	-	2	-	2	-	-	-	2	-
	nach Voroperationen	2o	16	7	1	-	13	5	1o	9	1	-	13	5
VI. Hypertonus	renaler	5	1	4	3	2	2	3	3	2	3	2	2	3
	essentiell.	5	1	4	1	3	3	2	2	3	2	2	3	2
VII. Normalbefund	urolog.	13	2	1o	2	4	8	3	2	8	3	1	8	3
Gesamt:		173	99	83	48	17	125	37	91	65	48	12	125	37

II. Vergleich der Röntgenmethoden mit den Radioisotopenmethoden anhand der Untersuchungsergebnisse beim gesamten Krankengut (Tabelle A, S. 66 ff):

Zunächst soll anhand aller 173 Fälle gezeigt werden, wo sich Übereinstimmungen bzw. Unterschiede im Vergleich der Ergebnisse von Urogramm und Angiogramm mit denen von Nephrogramm und Szintigramm ergaben (s.Tab.A).

Bei 167 Patienten wurden insgesamt, einschließlich der 33 Kontrolluntersuchungen, 200 Ausscheidungsurogramme durchgeführt. In 6 Fällen konnte wegen bestehender Jod-Allergie oder wegen zu hohen Kreatiningehaltes im Serum kein Urogramm erhalten werden.

Bei einem Drittel der Patienten (65) wurde gleichzeitig ein Nierenangiogramm angefertigt.

Das retrograde Pyelogramm kam nur in 27 Fällen zur Anwendung, nämlich dann, wenn das Urogramm keine klare Diagnose zuließ. Demgegenüber stehen an Radioisotopenuntersuchungen: 2o1 Nephrogramme, davon 28 Verlaufskontrollen sowie 165 Nierenszintigramme, einschließlich 13 Nachuntersuchungen.
Insgesamt konnten 182 Befunde (99 + 83) der Isotopennephrographie mit denen der Urographie verglichen werden, wobei sich nur in 99 Fällen eine volle Übereinstimmung fand.

Beim Nierenszintigramm entsprachen von 156 vergleichbaren Befunden 91 der Urogrammaussage, während 65mal Unterschiede deutlich wurden.

Beide Radioisotopenbefunde zeigten am häufigsten Übereinstimmung mit dem Urogramm bei entzündlichen Veränderungen der Niere sowie bei Harnleiter-Anomalien und Harnleitersteinen. Unterschiede zwischen AUG- und ING-Aussagen wurden am ehesten bei raumfordernden Prozessen der Niere und der ableitenden Harnwege, bei Nierenanomalien und Nierenbeckensteinen sowie bei Hypertonus und Fällen mit urologischem Normalbefund beobachtet.

Das Nierenszintigramm ließ nur bei Nierencysten, bei Blasencarcinom und bei urologischen Normalfällen öfter Unstimmigkeiten mit dem Urogramm erkennen.

Im Vergleich der Radioisotopenuntersuchungsbefunde mit dem Nierenangiogramm ergab sich weitgehend Übereinstimmung. Von 65 bzw. 6o Gegenüberstellungen wichen die Nephrogrammbefunde in 17 und die Szintigrammbefunde nur in 12 Fällen von der NAG-Aussage ab.

Abschließend sind Nephrogramm und Szintigramm selbst in ihren Ergebnissen miteinander verglichen worden. Dabei ergab sich bei 162 Vergleichen in 125 Fällen (= 77 %) volle Übereinstimmung. - Eine nähere Deutung der gewonnenen Gesamtergebnisse kann an dieser Stelle nicht gegeben werden.

III. 100 Fälle von Harnstauungsnieren.

Da im Rahmen dieser Arbeit auf das wichtige Problem der Harnstauungsniere eingegangen werden soll, die bei zahlreichen urologischen Erkrankungen als Symptom hervortritt, haben wir aus dem oben aufgeschlüsselten Krankengut alle diejenigen Fälle herausgezogen, bei denen sich eine postrenale Harnabflußstörung fand. Sie trat bei 58 % aller Patienten auf (1oo von 173), und dabei wurden folgende Hauptursachen für eine Harnstauung gefunden:

I. Entzündliche Stenosen:

a) Unspezifische	:	6
b) Spezifische (Tbc)	:	11
Zus.	:	17

II. Raumfordernde Prozesse:

a) Nierencysten	:	1
b) Nierencarcinom	:	5
c) Cystennieren	:	1
d) Blasencarcinom	:	6
e) Prostata-Carcinom bzw. -adenom	:	2
Zus.	:	15

* Bemerkung: Alle Zahlenangaben entsprechen gleichzeitig den Prozentsätzen.

III. Angeborene Anomalien:			
1. Niere:	a) Hufeisenniere	:	1
	b) Nephroptose	:	1
			2
2. Harnleiter:			
	a) Subpelvine Stenose	:	6
	b) prävesikale Stenose	:	3
	c) Kompression von außen	:	2
			11
3. Blase:	Neurogene	:	4
	1), 2), 3) Zusammen	:	17
IV. Steine	a) Nierenbecken	:	18
	b) Harnleiter	:	9
	Zus.	:	27
V. Erworbene Harnabflußstörungen:			
	a) Kompression von außen	:	4
	b) nach Voroperation	:	20
	(urolog: 16) (gynäk.: 4)		
	Zus.	:	24
I - V	Zusammen	:	100

In Tabelle B ist der Anteil der Harnstauungsnieren am gesamten Krankengut noch einmal gesondert aufgezeigt. Es ist deutlich zu erkennen, daß Harnleiter- und Blasenanomalien, Steine und urologische (bzw. gynäkologische) Voroperationen, die Hauptursachen für eine postrenale Harnstauung sind. Jedoch bedingen auch entzündliche Stenosen spezifischer Genese (Tbc) bei einer relativ großen Zahl von Patienten Stauungserscheinungen in den oberen Harnwegen. Ebenso führt das Blasencarcinom immer zu Harnabflußstörungen durch das Übergreifen des Tumors auf die Harnleiterostien.

In Tabelle C ist die Altersverteilung der 1oo Patienten mit Harnstauungsnieren auf die 5 genannten Krankheitsgruppen graphisch dargestellt. Bemerkenswert ist, daß die raumfordernden Prozesse meist erst im höheren Lebensalter gehäuft auftreten, während die Mehrzahl der angeborenen Anomalien der Harnorgane schon im zweiten und dritten Lebensjahrzehnt zur klinischen Behandlung kommt. Weiterhin fällt auf, daß das Steinleiden und andere postrenale Harnabflußstörungen besonders zwischen dem 3o. und 5o. Lebensjahr erworben werden und die Betroffenen zu einem stationären Aufenthalt im Krankenhaus zwingen. Die tuberkulös bedingten Stenosen der Harnwege zeigen bezüglich ihres Vorkommens eine relativ gleichmäßige Verteilung über alle Altersstufen ohne eine signifikante Häufung in einem bestimmten Lebensabschnitt. Der Anteil der weiblichen Patienten an den 5 Krankheitsgruppen ist jeweils im unteren Teil der Säulen angegeben.

Tabelle B

Anteil der Harnstauungsnieren am gesamten Krankengut

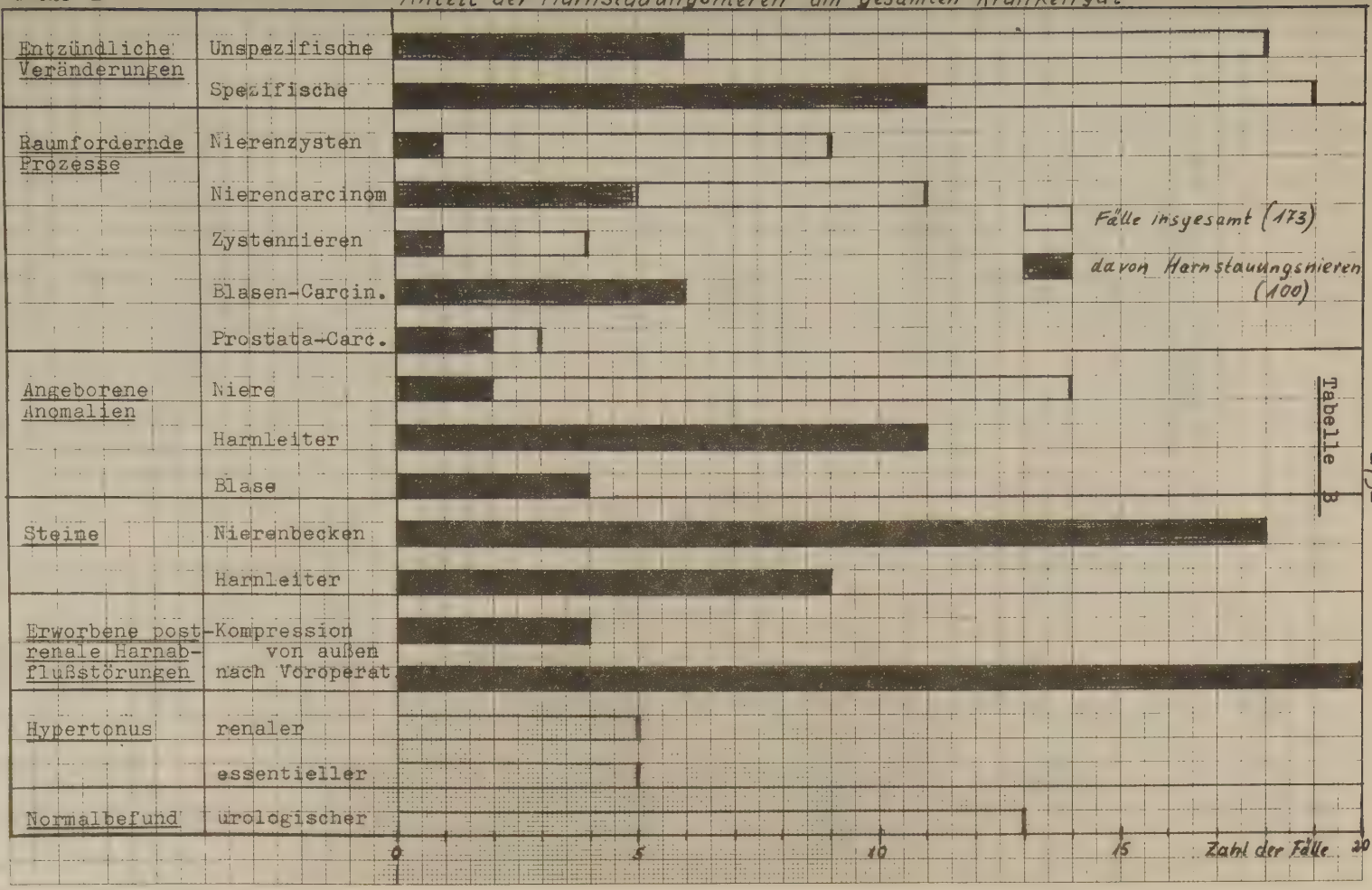
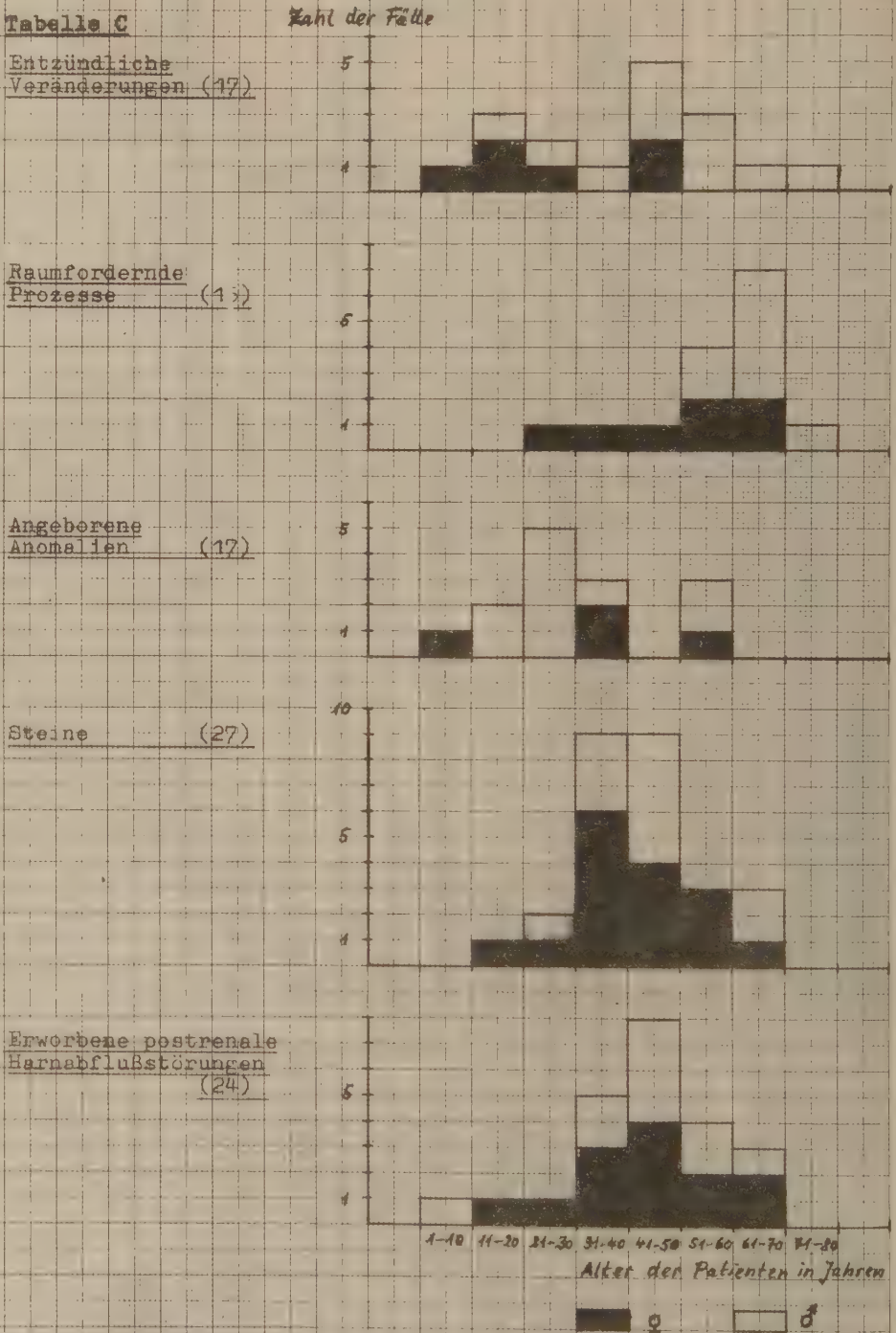


Tabelle B

Tabelle C



Altersverteilung der Patienten mit Harnstauung (zus. 100)

Bei der statistischen Auswertung der Krankenblattprotokolle wurden neben den Laboruntersuchungen (Blutstatus, Urinstatus) besonders die Ergebnisse der speziellen urologischen Untersuchungsmethoden berücksichtigt, wie Cystoskopie, Röntgenverfahren (Urographie, Nierenangiographie, retrograde Pyelographie) und Radioisotopenverfahren (Nephrogramm, Nierenszintigramm). Außerdem ist eine Zusammenstellung der durchgeführten Therapie vorgenommen worden.

Dabei ergaben sich folgende Resultate:

Blutstatus	normal	pathologisch	nicht durchgeführt	zusammen:
BSG	3	96	1	1oo
Blutbild	63	36	1	1oo
Blutdruck	59	41	-	1oo
Kreatinin	63	36	1	1oo

Zugrunde gelegte Normalwerte:

BSG : ♂ bis 5 mm, ♀ bis 8 mm nach 1 Std.
Blutbild : Erythrozyten: ♂ 5 Mill, ♀ 4,5 Mill./ mm^3 Blut
Leukozyten: 5ooo - 8ooo / mm^3 Blut
Hämatokrit: ♂ 44 ± 4; ♀ 4o ± 4;
Hämoglobin: ♂ 16 ± 2 bzw. ♀ 14 ± 2 g%.
Blutdruck : bis 14o/9o mm Hg
Kreatinin : bis 1,3 mg% im Serum.

Urinstatus:	kein Infekt	Infekt	zusammen:
	37	63	1oo

In 33 Fällen fanden sich mehr als 2 Erythrozyten pro Gesichtsfeld. - Ein Harninfekt wurde dann diagnostiziert, wenn mehr als 6 Leukozyten pro Gesichtsfeld auftraten oder wenn Bakterien nachweisbar waren (Kultur !).

Cystoskopie	normal	patholog.	nicht durchgef.	zus.:
	6	23	71	1oo

Therapie	operative	konservative	keine	zus.:
	6o	3o	1o	1oo

a) Organerhaltende Operationen: 41
   davon Niere: 25
   HL : 11
   Blase: 5

b) Organentfernende Operationen: 19
   davon Niere: 18
   Blase: 1

} = 60

A. Röntgenuntersuchungen

Leeraufnahme	normal	pathol.	nicht verwertbar	nicht angefertigt	zus.:
	22	65	1o	3	1oo

Bemerkung:

1. Wenn der Nierenweichteilschatten über die Norm vergrößert oder verkleinert war oder ganz fehlte, und wenn sich kalkdichte Verschattungen im Bereich der Nieren fanden, wurde eine Leeraufnahme als "pathologisch" gewertet.
2. Falls dem Röntgenologen infolge übermäßiger Darminhaltsüberlagerungen eine Beurteilung nicht möglich war, ist eine Nierenleeraufnahme als "nicht verwertbar" angesehen worden.

Urogramm		normal	Stauung	"stumme" Niere	Zustand n. Nephrektomie	zus.:
	re.	24	82	2o	6	132
	li.	46	62	19	5	132
Zus.:		7o	144	39	11	264
%		26	55	15	4	1oo

Bei 5 von 1oo Patienten ist kein Urogramm angefertigt worden, weil entweder die Ausscheidungsfunktion der Nieren bereits extrem eingeschränkt war (Kreatininge-halt im Serum über 3 mg%) (4 Fälle) oder weil eine Kontrastmittelüberempfindlichkeit bestand (1 Fall).

Bei 24 Patienten ist der Urogrammbefund durch erneute Untersuchung kontrolliert worden. Die Gesamtzahl von 37 Kontrollurogrammen erklärt sich durch mehrfache Nachunter-suchungen bei einigen Patienten (Verlaufskontrollen; prä- und postoperative Aufnahmen).

Angiogramm	normal	pathologisch	nicht durch-geführt	zus.:
re.	8	1o	82	1oo
li.	4	16	8o	1oo
Zus.:	12	26	162	2oo
%	32	68	-	1oo

Retrogrades Pyelogramm:	pathologisch	nicht be-urteilbar	nicht durch-geführt	zus.:
re.	9	1	9o	1oo
li.	8	-	92	1oo
Zus.:	17	1	182	2oo

B. Radioisotopenuntersuchungen

I. Isotopennephrogramm:

a) Sekretion

	normal	verzögert	fehlend	Zustand n. Nephrektomie	Zus.:
re.	4o	62	18	6	126
li.	56	45	21	4	126
Zus.	96	1o7	39	1o	252
%	38	43	15	4	1oo

b) Entleerung

	normal	verzögert	fehlend	Zustand n. Nephrektomie	Zus.:
re.	14	88	18	6	126
li.	14	87	21	4	126
Zus.	28	175	39	1o	252
%	11	7o	15	4	1oo

Das Nephrogramm ist bei allen 1oo Patienten durchgeführt worden, davon 26 Verlaufskontrollen bei 2o Patienten. Eine sogenannte "treppenförmige oder intermittierende Entleerung" bei normaler Sekretion wurde trotz normalem Urogramm zweimal bei der rechten Niere und in 13 Fällen bei der linken Niere beobachtet.

II. Nierenszintigramm

	Aktivitätsanreicherung normal	verzögert	fehlend	aus techn. Gründen keine Beurteilg. möglich	Zust.n. Nephrektomie	Zust.n. z
re.	9	73	7	1	4	
li.	2o	59	12	1	2	
Zus.	29	132	19	2	6	1
%	16	7o	1o	1	3	1

Die Nierenszintigraphie ist nur bei 82 von 1oo Patienten durchgeführt worden. Durch 12 Kontrolluntersuchungen bei 1o Kranken ergibt sich die Gesamtzahl von 94 Nierenszintigrammen (s. Tabelle B).

IV. Vergleich der Röntgenmethoden mit den Radioisotopenverfahren anhand von Untersuchungsergebnissen aus unserer Klinik.

a. Vergleich bei allen 1oo Fällen mit Harnstauungsniere (summarisch).

Ganz allgemein darf festgestellt werden, daß eine Diskrepanz zwischen den Befunden einer mehr morphologisch orientierten Untersuchungsmethode und denen eines mehr funktionell ausgerichteten Verfahrens nicht immer gleich etwas über die Qualität der einen oder anderen Methode aussagen muß. Da aber zum Beispiel im Angiogramm primär die Nierenmorphologie und im Nephrogramm nur die Nierenfunktion beurteilt wird, kann eine Gegenüberstellung von angiographischen und nephrographischen Befunden fragwürdig oder nicht gerechtfertigt erscheinen.

Jedoch gibt ein Vergleich der Ergebnisse verschiedener urologischer Untersuchungsverfahren bei einem relativ großen Krankengut sicher gewisse Hinweise auf den diagnostischen Wert der einzelnen Methoden und läßt Rückschlüsse auf ihre Verwendbarkeit bei den Erkrankungen des Harntrakts zu.

Im ersten Teil der Tabelle D wurden die insgesamt durchgeführten Röntgen- und Radioisotopen-Untersuchungen bei den einzelnen urologischen Erkrankungen, die als

Ursache für eine Harnstauung in Betracht kamen, zusammengestellt.

Im zweiten Teil sind die Untersuchungsbefunde der verschiedenen Verfahren miteinander verglichen und die Ergebnisse zahlenmäßig erfaßt worden.

Im Vergleich der Urogrammbefunde mit denen des Isotopennephrogramms gab es insgesamt nur 63,3 % gleichlautende Ergebnisse, während in 36,7 % keine Übereinstimmung bestand.

Ähnlich stark differierten auch die Nierenszintigrammbefunde, die nur in 61 % mit dem entsprechenden Urogramm korrelierten. In 39 % wurde keine Übereinstimmung zwischen Urogramm und Szintigramm gefunden.

Bei der Gegenüberstellung von Angiogramm- und Nephrogramm- bzw. Szintigrammbefunden gab es jeweils in etwa 9o % der Fälle volle Übereinstimmung.

Die Aussagen des Isotopennephrogramms und des Nierenszintigramms entsprachen einander in 79 % der Fälle und in weiteren 21 % gab es Unterschiede.

Tabelle D: 100 Harnstauungsnieren.

	Krankheitsgruppen	Zahl der Pat.	Insgesamt durchgeführte Untersuchungen					kein AUG mögl.	Kontrolluntersuchung.		
			AUG.	NAG.	retr. Pyel.	ING.	NSG		AUG.	ING.	NSG
I. Entzündliche Stenosen 17	Unspezif.	6	9	-	1	7	6	1	4	1	-
	Spezif. (Tbc)	11	12	4	4	13	9	-	1	2	-
II. Raumfordernde Prozesse 15	Nieren-Cy.	1	1	1	-	1	1	-	-	-	-
	Nieren-Ca.	5	5	5	-	6	5	-	-	1	1
	Cysten-Ni.	1	1	-	1	1	1	-	-	-	-
	Blasen-Ca.	6	7	-	-	7	7	-	1	1	1
	Prostata-Adenom bzw. -Ca.	2	2	1	-	2	2	-	-	-	-
III. Angeborene Anomalien 17	Niere	2	3	-	-	2	1	-	1	-	-
	Harnleiter	11	17	3	1	15	1o	1	7	4	1
	Blase	4	3	-	-	4	3	1	-	-	-
IV. Steine 27	Nierenbecken	18	27	3	5	26	2o	1	1o	8	4
	Harnleiter	9	13	2	3	11	7	-	4	2	-
V. Erworbene postrenale Harnabflußstörungen 24	Kompression von außen	4	4	1	1	5	2	-	-	1	-
	nach Voroperationen	2o	28	1	3	26	2o	1	9	6	5
	Gesamt	1oo	132	21	19	126	94	5	37	26	12

*) Abkürzungen:
AUG = Ausscheidungsurogramm
NAG = Nierenangiogramm
ING = Isotopennephrogramm
NSG = Nierenszintigramm

Tabelle D: Fortsetzung

	Krankheitsgruppen	Zahl der Pat.	Isotopennephrogramm im Vergleich mit A =	A ≠	U =	U ≠	G =	G ≠	N =	N ≠	S =	S ≠	G =	G ≠	Nierenszintigramm im Vergleich mit A =	A ≠	U =	U ≠	N =	N ≠	A =	A ≠	G =	G ≠	I =	I ≠	N =	N ≠	G =	G ≠
I. Entzündliche Stenosen	Unspezif.	6	5		-		-		6		-		5		-		-		-		-		6		-			
17	Spezif. (Tbc)	11	7		4		4		-	7	2		7		2		4		-		7		2					
II. Raumfordernde Prozesse	Nieren-Cy.	1	-		1		1		-	1	-		-		1		1		-		1		-					
	Nieren-Ca.	5	3		2		5		-	3	1		2		2		4		-		3		1					
15	Cysten-Ni.	1	-		1		-		-	1	-		-		1		-		-		1		-					
	Blasen-Ca.	6	4		3		-		-	1	6		2		5		-		-		1		6					
	Prostata-Adenom bzw. -Carcinom	2	1		1		1		-	1	1		1		1		1		-		1		1					
III. Angeborene Anomalien	Niere	2	1		2		-		-	1	-		1		-		-		-		1		-					
	Harnleiter	11	9		4		3		-	9	1		7		2		3		-		9		1					
17	Blase	4	1		2		-		-	2	1		1		1		-		-		2		1					
IV. Steine	Nierenbecken	18	11		1o		1		2	18	2		1o		8		1		2		18		2					
27	Harnleiter	9	8		3		2		-	7	-		5		2		2		-		7		-					
V. Erworbene postrenale Harnabflußstörungen	Kompression von außen	4	3		1		1		-	2	-		2		-		-		-		2		-					
24	nach Voroperationen	2o	16		7		1		-	13	5		1o		9		1		-		13		5					
	Gesamt:	1oo	69		4o		19		2	72	19		53		34		17		2		72		19					
	%	1oo	63		37		9o		1o	79	21		61		39		9o		1o		79		21					

*) Zeichenerklärung:

= : Übereinstimmung der Befunde,
≠ : keine Übereinstimmung der Befunde.

Im einzelnen konnte bei diesen rein statistischen Vergleichen folgendes festgestellt werden:

Gruppe I: Entzündliche Stenosen.

a) Es ergab sich volle Übereinstimmung zwischen Urogramm und Nephro- bzw. Szintigramm in 5 Fällen mit unspezifisch-entzündlicher Stenose. Auch ING und NSG widersprachen einander nicht in ihren Aussagen.
Bei 2 Patienten fand sich im Urogramm eine "stumme Niere", die weder im Nephrogramm noch im Szintigramm irgend einen Rest an Funktion zeigte. In einem Fall bestand bei pyelonephritischer Schrumpfniere (Solitärniere) eine solch' schwere Niereninsuffizienz (Kreatiningehalt im Serum lag bei 4,6 mg%), daß ein Urogramm nicht mehr möglich war und infolgedessen nur noch das Isotopennephrogramm bzw. Nierenszintigramm eine brauchbare Funktionsaussage machen konnte. - Das Nierenangiogramm kam bei diesen Patienten nicht zur Anwendung. -

b) Bei den 11 Fällen entzündlicher Stenose aufgrund von Tuberkulose in den oberen Harnwegen war 4 mal beim Nephrogramm und 2 mal beim Szintigramm keine Übereinstimmung mit dem entsprechenden Urogramm zu finden.
In 4 Fällen, bei denen das ING aufgrund einer Gewebskurve eine funktionslose Niere zeigte, waren zweimal

im NSG noch diskrete Parenchymreste nachweisbar, Da bei diesen vier Patienten urographisch keine Kontrastmittelanfärbung des Parenchyms mehr zustande kam, war eine Klärung der morphologischen Verhältnisse nur durch das Nierenangiogramm möglich. In zwei Fällen, bei denen szintigraphisch noch Aktivität erkennbar war, bildete das NAG ein extrem rarefiziertes Gefäßsystem ab. In den übrigen Fällen konnte eine totale Organatrophie nachgewiesen werden.

Eine beginnende Funktionseinschränkung der Niere zeigte sich am ehesten im Nephrogramm und zwar durch geringeren Anstieg der Kurve in der zweiten Phase ("leicht verminderte Sekretion") oder durch abgeflachten oder treppenförmigen Kurvenverlauf in der dritten Phase ("leichte oder intermittierende Entleerungsverzögerung"). In solchen Fällen wurde im Urogrammbefund noch "regelrechte Ausscheidung und Ausschüttung" (3 mal) und im Szintigramm "normale Aktivitätsanreicherung" (1 mal) angegeben.

In einem Fall war die Nierenfunktion nephrographisch besser zu beurteilen, da in den Urogrammbildern infolge hohen Kreatiningehaltes im Serum (2,3 mg%) nur ein sehr schwacher Kontrastschatten sichtbar wurde.

Gruppe II: Raumfordernde Prozesse.

Bei 15 Patienten mit Stauungserscheinungen im Bereich des Harntrakts infolge Tumor gab es im Urogramm bei 16 Vergleichen mit dem Nephrogramm 8 mal Übereinstimmung, bei 15 Vergleichen mit dem Szintigramm sogar 5 mal Gleichheit.
Das ING und NSG selbst stimmten in 7 von 15 Fällen überein. Die Angiogrammbefunde standen nicht in Widerspruch mit den Radioisotopenbefunden.

a) In dem einzelnen Fall von cystenbedingter Harnabflußbehinderung zeigte sich im ING bereits eine deutliche Entleerungsverzögerung und im NSG Parenchymdefekte, während die Ausscheidung und Ausschüttung im Urogramm noch normal war und nur das Kelchsystem zum Teil verplumpt und ausgespannt erschien.

b) In zwei Fällen von linksseitigem Nierencarcinom mit zeitgerechter Ausscheidungs- und Ausschüttungsfunktion im Urogramm der rechten Niere gab das ING eine intermittierende Entleerungsverzögerung an. In Übereinstimmung mit dem ING war im NSG bereits ein Parenchymdefekt der rechten Niere bzw. eine Abflußstörung festzustellen.

In einem Fall war ein Carcinom die Ursache einer Harnstauung, in deren Folge die betroffene Niere funktionslos wurde und im Urogramm "stumm" blieb. Auch im Nephrogramm und Nierenszintigramm gab es keinerlei Anzeichen für eine Restfunktion.
Die morphologische Aufklärung erbrachte hier das Nierenangiogramm: es fanden sich deutliche Zeichen für ein Hypernephrom links.

c) Wegen Adipositas war in einem Fall von polycystischer Nierendegeneration eine sichere Beurteilung der Nieren durch das Urogramm nicht möglich. Aus dem gleichen Grund erschienen auch die Nephro- bzw. Szintigrammbefunde in ihren Aussagen zweifelhaft.

d) In drei Fällen von Blasencarcinom mit einseitiger "stummer" oder weitgehend funktionsloser Niere im Urogramm ließ das Nephrogramm jeweils bei der anderen Niere, die laut AUG zeitgerecht ausschied und entleerte, bereits eine leicht reduzierte Sekretionsleistung bzw. intermittierende Entleerungsverzögerung erkennen. Damit konnte das ING frühzeitig Hinweise auf einen eventuellen Tumorbefall des zweiten Ureterostiums in der Blase geben. Auch das Nierenszintigramm wies zweimal in diesen Beispielen eine leichte

Parenchymverminderung auf und ging somit über die Urogrammaussage ebenso hinaus wie das ING. Bei zwei Patienten allerdings verschwieg es zusammen mit dem Urogramm eine nephrographisch erkennbare leichte Funktionseinschränkung.

Noch zwei weitere Fälle sind von Interesse:
In dem einen Fall mit urographisch "stummer" Niere ergab auch das Nephro- und Szintigramm ein funktionsloses Organ. Die morphologische Genese der Abflußstörung konnte aufgrund der angewandten Untersuchungsverfahren nicht nachgewiesen werden.
In dem anderen Fall zeigte das Nephrogramm zwar eine Gewebskurve, szintigraphisch wie auch auf urographischen Spätaufnahmen (4 1/2 Stunden p.i.) ließ sich jedoch noch eine Restsekretion erkennen.

e) Zu den beiden Patienten mit Prostata bedingter Harnstauung sei erwähnt: Im ersten Fall eines 53-jährigen Patienten konnten alle 4 Untersuchungen, d.h. AUG, NAG, ING und NSG, keine sichere Diagnose ermöglichen. Es bestand eine leichte Abflußverzögerung beiderseits. Die klarste Auskunft über die Nierenfunktion brachte aber auch hier das Isotopennephrogramm. Im zweiten Fall gab es wieder - ohne NAG - dreimal eine "stumme Niere" links. Die rechte Niere erschien

im AUG und ING als "normal", jedoch zeigte das NSG einen "Parenchymdefizit im oberen Polbereich". -

Gruppe III: Angeborene Anomalien.

Von 19 vergleichbaren Nephrogrammbefunden stimmten 8 und von 12 Szintigrammbefunden 3 nicht mit dem entsprechenden Urogramm überein. ING und NSG waren in 12 von 14 Fällen gleichlautend in ihren Angaben.

a) Bei zwei Patienten stand eine angeborene Anomalie der Niere in ursächlichem Zusammenhang mit der klinisch manifesten Harnstauung. Im ersten Fall bedingte eine Hufeisenniere Stauungserscheinungen, die deutlich röntgenologisch und radioisotopen-technisch nachweisbar waren. Die Parenchymbrücke kam im Szintigramm gering zur Darstellung.

Im zweiten Fall war primär eine rechtsseitige Nephroptose für eine Nierenfunktionseinschränkung und Abflußbehinderung verantwortlich zu machen. Die reduzierte Sekretionsleistung kam im Isotopennephrogramm deutlich zum Ausdruck.

b) Bei 11 Patienten mit Harnleiteranomalien ist in einem Fall ein Ausscheidungsurogramm wegen stark eingeschränkter Nierenfunktion nicht möglich gewesen. Der Kreatinin-

gehalt im Serum lag bei 3,7 mg%. Hier konnten erneut Informationen über die noch vorhandene Nierenfunktion nur über die Radioisotopenverfahren eingeholt werden. Die Ergebnisse von ING und NSG lauteten übereinstimmend: links: Funktionslose Harnstauungsniere, rechts: deutlich verminderte Sekretion und Abflußbehinderung, bzw. Restparenchym.

In drei Fällen zeigte das ING und in zwei Fällen das NSG eine Entleerungsverzögerung bzw. verlängerte Aktivitätsanreicherung an, obwohl das AUG noch keinen Hinweis auf eine Abflußstörung geben konnte.

Bei einem 21-jährigen Patienten mit Megaureter sind die Röntgen- und Radioisotopen-Befunde nach Ablauf eines halben Jahres kontrolliert worden. Der Erfolg einer Harnleiterplastik zeichnete sich deutlich im AUG und ING ab. Die zurückgegangene Ektasie des Nierenbeckenkelchsystems im Urogramm wurde im Isotopennephrogramm durch ein Steilerwerden der Kurve in der dritten Phase erkennbar.

c) In einem Fall von neurogener Blasenentleerungsstörung verhinderte eine Überempfindlichkeit gegen jodhaltige Kontrastmittel die Röntgendiagnostik, so daß ING und

NSG allein über den Funktionszustand der Nieren etwas aussagen konnten.

In einem weiteren Fall von Blasenanomalie, bei dem ein Infusionsurogramm eine zeitgerechte Ausscheidung und Ausschüttung der linken Niere zeigte, schränkten die Radioisotopenmethoden mit ihren Aussagen den Urogrammbefund ein, indem sowohl im ING als auch im NSG eine Leistungsverminderung der linken Niere zum Ausdruck kam.

Gruppe IV: Steine.

Die Radioisotopenbefunde stimmten weitgehend miteinander überein, jedoch gab es relativ große Unterschiede zwischen Urogramm und Nephro- bzw. Szintigramm. In 8 Fällen von Nierenbecken- bzw. Harnleitersteinen war das Nephro- und Szintigramm bereits pathologisch, während das Urogramm - und in zwei Fällen auch das Angiogramm - noch normal erschien. Die größere Empfindlichkeit der Isotopenuntersuchungen gegenüber geringgradigen Funktionseinschränkungen kam in dieser Patientengruppe besonders eindrucksvoll zur Geltung.

Jedoch auch das Gegenteil konnte in einem Fall von Nierenbeckenstein beobachtet werden: Das ING und NSG zeigten links eine normale Niere an, während im Urogramm zwar auch

eine zeitgerechte Ausscheidungs- und Ausschüttungsfunktion der linken Niere zu erkennen war, aber außerdem deformierte, verplumpte Kelche und Nierenbeckenausgußsteine zur Darstellung kamen.

7 mal gab es eine "stumme Niere" gleichzeitig im Urogramm und im Nephro- bzw. Szintigramm. Nur in 2 Fällen wurde außerdem noch ein Nierenangiogramm angefertigt, wodurch es gelang, die Diagnose einer "stummen" Niere zu präzisieren: einmal eine hochgradige Nierenarterienstenose und zum anderen eine Harnstauungsniere im Stadium III.

2 mal ist eine Niere im Urogrammbefund bereits als "stumm" angegeben worden. Im ING und NSG jedoch war jeweils eine Restfunktion der Niere noch gut zu sehen. Mehrfach (4 Fälle) konnte das Ausmaß einer Harnstauung nephrographisch wesentlich besser als urographisch beurteilt werden.

Bei einer Patientin mit rezidivierender Nephrolithiasis und Harnstauung beiderseits war die röntgenologische Beurteilung unbefriedigend. Die Bildqualität wurde durch die erheblich eingeschränkte Nierenfunktion (Kreatiningehalt im Serum: 2,9 mg%) noch verschlechtert. Hier wurde erneut durch das Nephrogramm und Szintigramm eine gute Beurteilung möglich und der Wert der Serienszinti-

graphie trat hervor.

Bei 8 Patienten sind nephrographische und bei 4 szintigraphische Verlaufskontrollen durchgeführt worden. Zum Vergleich hierzu ist das Urogramm im entsprechenden Zeitraum bei 9 Patienten wiederholt worden (z.T. mehrfach).

In einem Fall ließ sich der Verlauf einer Erkrankung besser urographisch als nephrographisch erkennen und beurteilen.

Gruppe V: Erworbene postrenale Harnabflußstörungen.

In dieser Gruppe ergaben sich bei insgesamt 27 Vergleichen 8mal Widersprüche zwischen Urogramm- und Nephrogrammbefund. Das Szintigramm zeigte noch häufiger (9 x bei 21 Vergleichen) Unterschiede zum Urogramm. Die Radioisotopenbefunde untereinander waren in 3/4 der Fälle gleich (15 : 5).
Die Krankheitsverläufe hat man in 6 Fällen nephrographisch und in 4 Fällen szintigraphisch kontrolliert. Der Urogrammbefund ist bei 7 Patienten überprüft worden. Im einzelnen wurde festgestellt:

a) In 4 Fällen mit Harnleiterkompressionen von außen konnte das ING, bzw. das NSG 3 mal die Größe der vorhandenen Nierenleistung deutlicher darstellen als das

Urogramm. Davon wurde in 2 Fällen bei einer urographisch "stummen" Niere noch eine Restfunktion und einmal bei einer "normalen" Niere (laut AUG) bereits eine Funktionseinbuße registriert. Im 4. Fall jedoch blieb die linke Niere urographisch und nephro- bzw. szintigraphisch "stumm", d.h. es war keinerlei Nierenfunktion mehr erkennbar.

b) Bei 2o Patienten im Zustand nach urologischen oder gynäkologischen Voroperationen sind folgende Ergebnisse erzielt worden:
In 4 Fällen von einseitiger urographisch und nephrographisch "stummer" Niere kam im Szintigramm jeweils noch Restparenchym zur Aufnahme und im Angiogramm war einmal ein extrem rarefiziertes Gefäßsystem zu sehen.
In weiteren 4 Fällen, in denen das Urogramm keinen krankhaften Befund bei einer Niere erkennen ließ, äußerten die Radioisotopenbefunde bei der gleichen Niere bereits eine deutliche Funktionseinschränkung. Bei einem Patienten allerdings erschien auch das NSG normal und nur das ING war in der 3. Phase der Kurve gering pathologisch ("leicht intermittierende Entleerung").

Einige Fälle sind noch von besonderem Interesse:

In einem Beispiel gaben sowohl ING als auch NSG eine

"stumme" Niere links an. Im Urogramm jedoch war auf Spätaufnahmen eine "verzögerte schwache Kontrastmittelausscheidung" zu erkennen. Die Angiographie ist hier nicht durchgeführt worden.

In einem anderen Fall von verlängerter Kontrastmittelausscheidung und -ausschüttung im Urogramm konnte eine Abflußbehinderung isotopennephrographisch ausgeschlossen werden. Der verlängerte Kontrastmitteleffekt war in diesem Fall durch eine erhöhte KM-Dosierung zu erklären.

Bei einem Patienten mit praevesicaler Harnleiterstenose (Zustand nach Harnleiterstein rechts) war ein sehr eindrucksvoller Verlauf im Bezug auf die Nierenfunktion zu beobachten. Die praeoperativen Befunde von AUG, ING und NSG sprachen von eindeutig funktionsloser Harnstauungsniere rechts. Drei Wochen später, nachdem eine Harnleiterplastik (nach BOARI) vorgenommen worden war, machte sich die allmähliche Wiederkehr der Nierenfunktion im Nephro- und Szintigramm bereits bemerkbar. Bei erneuter Kontrolle (diesmal auch urographisch) nach weiteren vier Monaten zeigte sich in allen drei Befunden eine signifikante Besserung der Ausscheidungsfunktion. Das Operationsergebnis war optimal und der postoperative Verlauf befriedigend.

Ebenfalls positive Ergebnisse konnten bei einem ähnlichen Fall erreicht werden. Auch hier bestand links eine Pyelektasie mit erheblicher Ausscheidungsverzögerung. 10 Wochen nach einer Harnleiterplastik links hatte sich die Nierenfunktion schon soweit gebessert, daß der Operationserfolg im Urogramm und Szintigramm objektivierbar wurde. Eine ING-Kontrolle blieb bei diesen Patienten aus. Auch in dieser Gruppe war in einem Fall infolge hohen Kreatiningehalts im Serum (3 mg%) das Ausscheidungsurogramm kontraindiziert, so daß allein der Radioisotopenbefund (nur ING) dem Kliniker eine Aussage über die Stärke der Funktionseinschränkung machen konnte.

b. Vergleich bei zwei Fällen mit Harnstauungsniere im besonderen (kasuistisch).

Abschließend sollen zwei Fälle von Harnstauungsnieren näher beschrieben werden. Bei beiden Patienten ist eine angeborene Anomalie im Bereich des Harnleiters die Ursache für die Harnstauung gewesen.

Im ersten Fall handelt es sich um eine 24-jährige Patientin, die mit druckschmerzhaftem rechten Nierenlager zur stationären Aufnahme kam. In der Anamnese waren Rücken-

schmerzen in beiden Nierengegenden seit fast einem Jahr bekannt. Außerdem konnte anderenorts im Urogramm links eine "stumme" Niere und rechts eine Abflußverzögerung festgestellt werden, die in letzter Zeit zu Koliken Anlaß gegeben hatte.

Der klinische Untersuchungsbefund enthielt folgende Ergebnisse:

Der Blutdruck lag (nach Kontrolle) bei 12o/75 mm Hg. Die Blutkörperchensenkungs-Geschwindigkeit (BSG) war leicht erhöht, das weiße und rote Blutbild hingegen normal. Die Kreatinin- und Harnstoffwerte sowie die der Serumelektrolyte hielten sich im Normbereich. Das spezifische Gewicht des Urins betrug 1o2o. In der Kultur fanden sich Enterokokken.

Bei der Röntgenuntersuchung erschien der rechte Nierenweichteilschatten in der Leeraufnahme deutlich vergrößert, der linke ließ sich nicht abgrenzen.

Im Urogramm zeigte sich rechts eine ausgedehnte Harnleiterektasie mit Abflußbehinderung und links eine "stumme" Niere ohne jede erkennbare Kontrastmittelausscheidung. Allerdings wurden keine Spätaufnahmen angefertigt.

Das Angiogramm gab für die rechte Niere eine normale Gefäßversorgung bei leicht vergrößertem Organ an. Links konnten keinerlei Gefäße nachgewiesen werden, lediglich in der Parenchymphase war ein kleiner Schatten zu erkennen.

Die Radioisotopenuntersuchungen brachten weitgehend die gleichen Ergebnisse. Im Isotopennephrogramm kam rechts ebenfalls eine Entleerungsverzögerung und links eine Gewebskurve zur Darstellung. Im Nierenszintigramm bildete sich rechts ein erweiterter Ureter ab. Die linke Niere aber ließ hier noch eine Restfunktion bei erweitertem Ureter erkennen. Damit ergab sich eine etwaige Übereinstimmung mit dem Angiogrammbefund, jedoch eine Mehraussage gegenüber dem Urogramm und Nephrogramm, die beide eine völlig funktionslose linke Niere vermuten ließen. Die Harnstauung kam am eindrucksvollsten im NSG heraus.
Als eigentliche Ursache des ektatischen rechten Harnleiters konnte schließlich, zumal keine Konkremente nachweisbar waren, ein anomal verlaufendes Ovarialgefäß diagnostiziert werden, das den Ureter von außen komprimierte. Da die Patientin nur zur diagnostischen Abklärung in unsere Klinik kam, ist keine entsprechende Therapie eingeleitet worden.

KRANKENBLATT-PROTOKOLL

Patient: Hildegard Ja., geb. am 6.7.1943.

stat.: 5.7. - 28.7.1967

Urol.Anamnese:	Seit Sept.1966 Rückenschmerzen in beiden Nierengegenden; seit Nov.66 ist Pyelonephritis bekannt; Urologe stellte fest: stumme Niere links und verzögerter Abfluß rechts, vor 14 Tagen leichte Kolike rechts;
Befund:	re. Nierenlager druckschmerzhaft, li.: Ø , Harnstrahl normal, Miktionsfrequenz: normal. Körpergröße: 173 cm. Gewicht: 55 kg.
Diagnose:	1. Stumme Niere links (Hypoplasie) 2. "Right ovarian syndrome" (Kompression des rechten HL infolge eines sog. Ovarialgefäßsyndroms)
Cystoskopie:	--
Operation:	--
Histologie:	--
BSG:	13/30
Blutdruck:	RR 135/9o und 12o/75
Blutbild:	Ery: 4,95 Mill., Leuco: 784o, Hb: 14,7 HbE: 29,6 yy.
Urin + Bakt.:	in der Kultur: Enterokokken; spez.Gewicht: 1o2o
Kreat. + Harnstoff:	1,o mg% und 15 mg%
Serumelektrolyte:	Na: 148 mVal Cl: 1o5 mVal K: 3,9 " Ca.: 4,5 "

Leeraufnahme:	re. Nierenweichteilschatten deutl. vergröß. / li. nicht abgrenzbar.
Urogramm re.: 7.7.	Verdacht auf Einzelniere mit geringer Abflußbehinderung (bis 2 h), ausgedehnte HL-Ektasie bis Höhe des Ileosacralgelenkes, kein Anhalt für HL-Konkrement
Urogramm li.:	stumme Niere, keinerlei Kontrastmittelausscheidung erkennbar
Angio.(S) re.: 12.7.	leicht vergrößerte Niere, normale Gefäßversorgung
Angio.(S) li.:	Gefäße nicht sicher nachzuweisen, kl. Schatten in der Parenchymphase,
Retrograd.(sonst) :	—
Isotopennephrographie re.: 1o.7.	gute Sekretionsleistung bei leichter Entleerungsverzögerung
Isotopennephrographie li.:	Gewebskurve, Verdacht auf stumme Niere
Isotopennephrographie re. + li.: 26.7.	gleicher Befund, jedoch leichte Besserung gegenüber Voruntersuchung
Szintigramm re.: 1o.7.	normal mit erweitertem Ureter
Szintigramm li.:	Restfunktion mit erweitertem Ureter
THERAPIE:	zur diagnostischen Abklärung

Im zweiten Fall verursachte eine segmentale Dilatation des rechten praevesicalen Harnleiters sowie eine subpelvine Stenose des linken Harnleiters bei Ureterocele beiderseits erhebliche Stauungserscheinungen bei einem 18-jährigen Patienten. Die urologische Anamnese reichte fast 3 Jahre zurück. Im letzten Jahr vor der stationären Aufnahme verstärkten sich die Beschwerden durch starke Rückenschmerzen und Brennen beim Wasserlassen. Der klinische Untersuchungsbefund lautete:
Beide Nierenlager waren frei; es bestand eine Dysurie. Der Blutdruck betrug 11o/8o mm Hg; BSG sowie rotes und weißes Blutbild zeigten keine pathologischen Abweichungen. Das spezifische Gewicht des Urins erreichte spontan den Wert 1o2o. Ein Harninfekt bestand nicht. Die Kreatinin- und Harnstoffkonzentrationen im Serum lagen im Normbereich. Das gleiche galt für die Serumelektrolyte. Bei der Cystoskopie wurde ein vesico-ureteraler Reflux als krankhafter Befund erhoben.

In der Abdomenleeraufnahme war der linke Nierenweichteilschatten etwas kleiner, der rechte o.B.
Im Urogramm wies die rechte Niere bei regelhafter Kontrastmittelausscheidung eine verzögerte Ausschüttung und einen dilatierten Harnleiter auf (Abb. 1).

Abb. 1: Rolf Ku. (18 J.); i.v.-Urogramm vom 3.1.68. Urographisch weitgehend stumme Niere links bei Ureterocele rechts und mäßiger Ektasie des rechten unteren Harnleiteranteils.

Die linke Niere dagegen imponierte als nahezu "stumm" (bis 24 Stunden). Bei extremer Nierenbeckenkelchektasie war die Ausscheidung und Ausschüttung kontrastmittelhaltigen Harns stark verzögert (Abb. 2).

Abb. 2: Rolf Ku. (18 J.); i.v.-Urogramm vom 3.1.68. Spätaufnahme: Im Bereich der linken Niere zeigt sich sechs Stunden nach Kontrastmittelinjektion lediglich ein nephrographischer Effekt.

Auch das Angiogramm ließ bei rechtsseitigem Normalbefund eine linksseitige Hydronephrose mit erheblicher Nierenbeckenkelchektasie erkennen (Abb. 3 und 4).

Abb. 3: Rolf Ku.(18 J.); Nierenangiogramm vom 9.1.68. Arterielle Phase: Harnstauungsniere im Stadium II (nach LAUBENBERGER); sichtbare Veränderungen der Arteria renalis; Rarefikation und extreme Ausspannung der Arteriae interlobares und arcuatae bei deutlicher Verschmälerung des angefärbten Parenchyms.

Abb. 4: Rolf Ku. (18 J.); Nierenangiogramm vom 9.1.68. Parenchymatöse Phase: Ausgeprägte Parenchymverschmälerung; kugelförmige Aussparungen im Parenchym infolge der extremen Nierenbeckenkelchektasie; weitgehender Parenchymverlust und fehlende Gefäßversorgung im Bereich des unteren Nierenpols.

Im ING- und NSG-Befund wurde für die linke Niere eine Restsekretion, bzw. ein erheblicher Parenchymschaden angegeben, während rechts nur eine geringe Abfluß-verzögerung festzustellen war (Abbildungen 5 - 8).

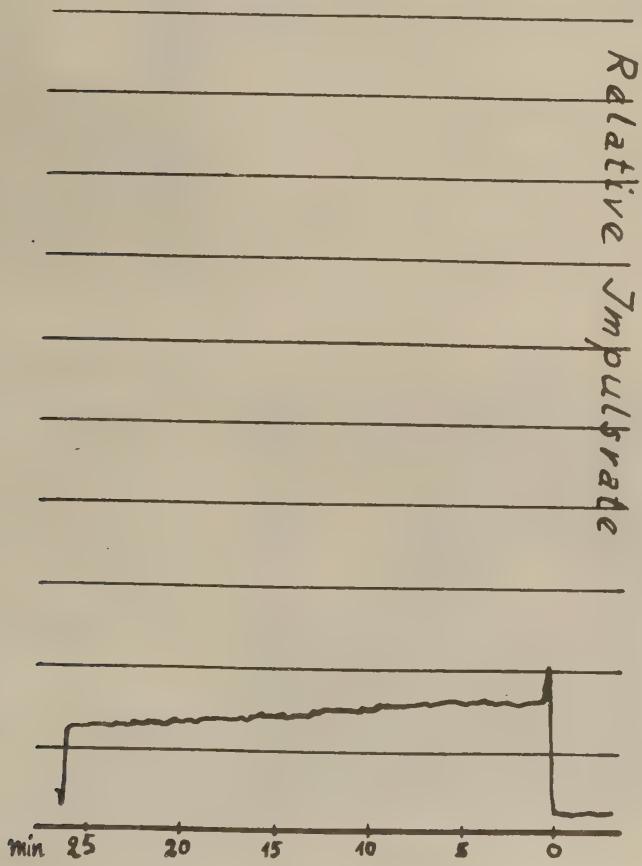


Abb. 5: Rolf Ku. (18 J.); Isotopennephrogramm v. 4.1.68.
Linke Niere: Kurzer Anstieg in der 1. Phase, angedeuteter Anstieg in der 2. Phase, danach kommt es zu einer langdauernden Plateaubildung mit nur sehr geringem Abfall in der 3. Phase.
Beurteilung: Restsekretion.

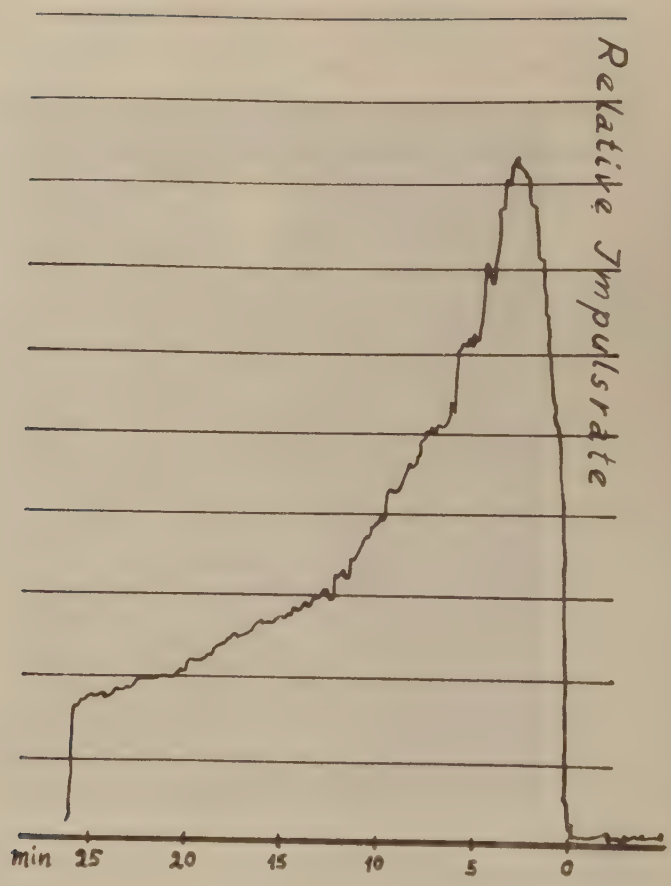


Abb. 6: Rolf Ku. (18 J.); Isotopennephrogramm vom 4.1.68.

Rechte Niere: Normaler Verlauf der 1. und 2.Phase; intermittierender, jedoch zeitgerechter Abfall in der 3. Phase.

Beurteilung: Bei guter Sekretionsleistung intermittierende Entleerung.

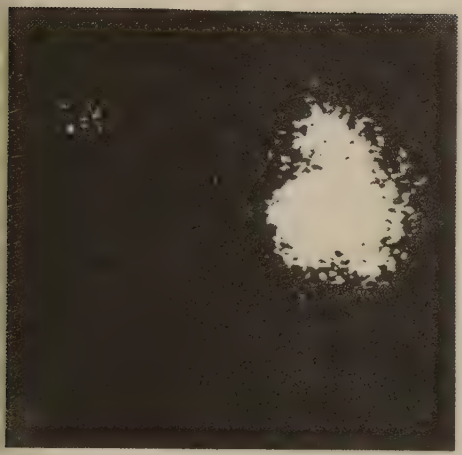


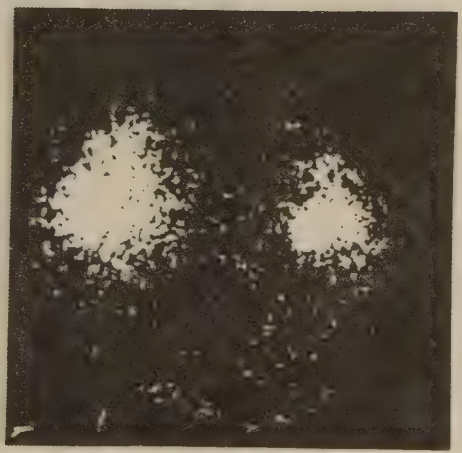
Abb. 7: Rolf Ku. (18 J.);
Nierenszintigramm vom 4.1.68
1o - 12 Minuten p.i.

Linke Niere: Angedeutete Aktivitätsanreicherung; das Organ läßt sich nicht sicher begrenzen.
Rechte Niere: Regelrechte Aktivitätsanreicherung, normale Konfiguration.

Abb. 8: 56 - 58 Minuten p.i.

Linke Niere: Deutlich verschmälert und in der Form verplumpt, inhomogene Kontrastmittelanreicherung.

Rechte Niere: Geringe Verzögerung in der Kinetik des Kontrastmittels, immer noch deutliche Anreicherung im Nierenbecken.



Beurteilung: Linke Niere: Parenchymschaden.

Rechte Niere: Geringe Abflußverzögerung.

Die Übereinstimmung der verschiedenen praeoperativen Befunde ist befriedigend. Etwa 4 Wochen nach einer Nierenbeckenplastik (linke Niere) sind die urographischen und nephro- bzw. szintigraphischen Befunde kontrolliert worden (Abbildungen 9 - 14). Doch leider konnte postoperativ keine signifikante Besserung der Abflußverhältnisse beobachtet werden. Die verschiedenen Befunde (AUG, ING, NSG) entsprachen sich erneut in ihren Ergebnissen vollkommen.

Im folgenden Abschnitt werden die bisher beschriebenen Untersuchungsergebnisse eingehender besprochen.

Abb. 9: Rolf Ku. (18 J.); Kontrollurogramm vom 5.2.68. Vier Wochen nach Nierenbeckenplastik links und transurethraler Ureterschlitzung rechts; befriedigender Abfluß bei sichtbar verbesserter Parenchymleistung.

Abb. 1o: Rolf Ku. (18 J.); Kontrollurogramm vom 2.4.69. Ein Jahr postoperativ zeigt sich deutlich geringere Parenchymanfärbung bei zufriedenstellender Rückbildung des ektatischen Hohlsystems links.

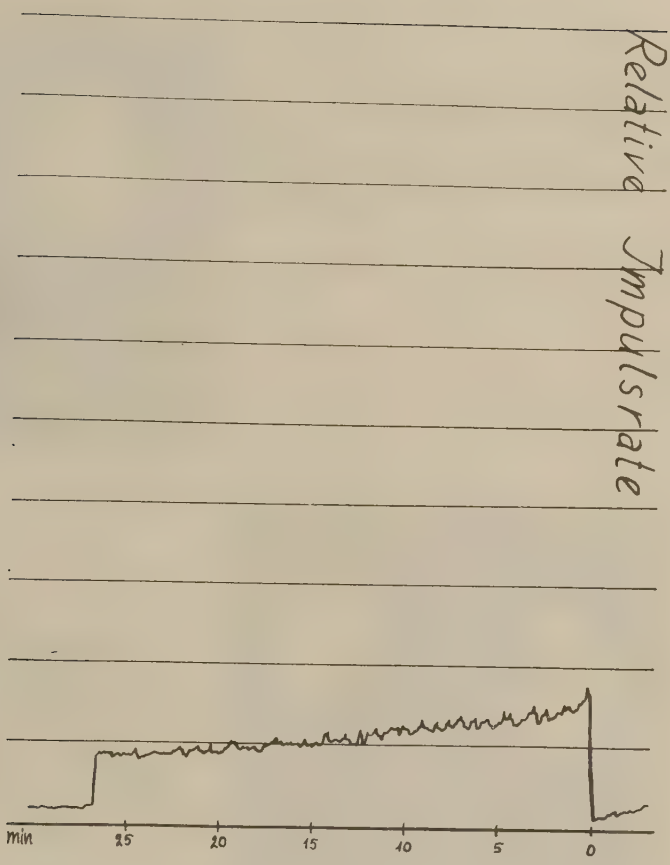


Abb. 11: Rolf Ku. (18 J.); Isotopennephrogramm v. 12.2.68.
Linke Niere: Nach kurzem Anstieg in der 1. Phase erfolgt Übergang in ein Plateau mit sehr geringem Abfall in der 3. Phase.
Beurteilung: Restsekretion.

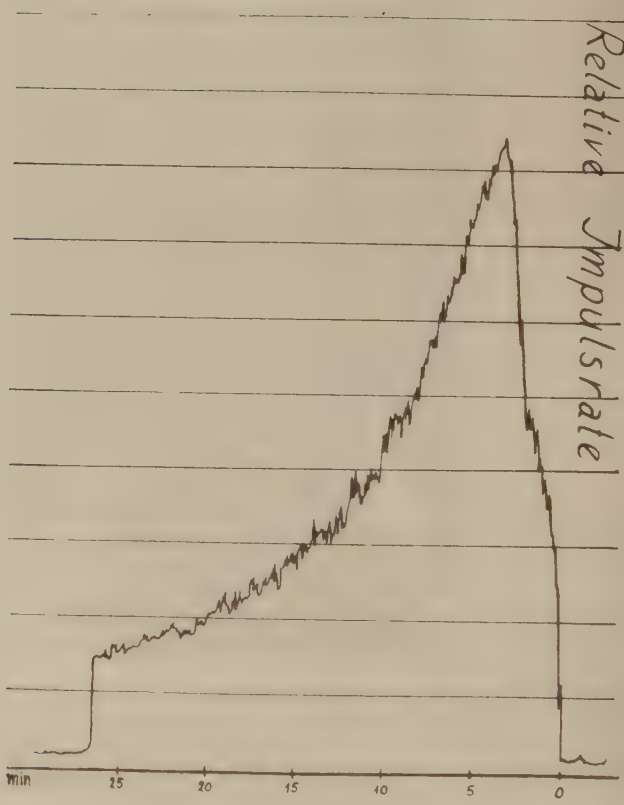


Abb. 12: Rolf Ku.(18 J.); Isotopennephrogramm vom 12.2.68
Rechte Niere: Normaler Kurvenverlauf.
Beurteilung: Kein sicher pathologischer Befund.
Keine Befundänderung im Vergleich zur Voruntersuchung vom 4.1.68.

Abb. 13: Rolf Ku.(18 J.); Nierenszintigramm vom 12.2.68. 5 Minuten p.i.
Linke Niere: Keine Organbegrenzung möglich, da nur angedeutete Aktivitätsanreicherung zu erkennen ist.
Rechte Niere: Regelrechte Aktivitätsanreicherung, normale Konfiguration.

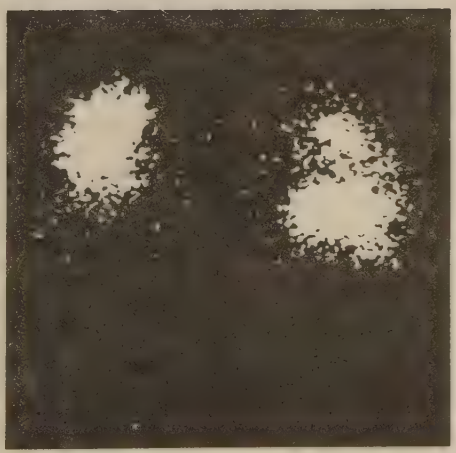


Abb. 14: 4o - 53 Minuten p.i.
Linke Niere: Deutlich in der Form verplumpt mit inhomogener Kontrastmittelanreicherung und unscharfer Randbegrenzung.
Rechte Niere: Geringe Verzögerung in der Kinetik des Kontrastmittels.

Beurteilung: Linke Niere: Erheblicher Parenchymschaden.
Rechte Niere: Geringe Ausscheidungsverzögerung. Keine Befundänderung im Vergleich zur Voruntersuchung vom 4.1.68.

KRANKENBLATT-PROTOKOLL:

Patient: Rolf, Ku. geb.: 14.4.1949

Stat.: 2.1. - 14.2.1968

Urol.Anamnese:		Seit 1965 leichte bis starke Rückenschmerzen im Bereich beider Nieren; seit Anfang 1967 starkes Brennen beim Wasserlassen; seit November 1967 in Behandlung bei Urologen, da Schmerzen und Brennen stärker geworden sind.
Befund:		beide Nierenlager frei; Dysurie
Diagnose:		1. Ureterocele bds. 2. Segmentale Dilatation des prävesikalen Harnleiters re. 3. Subpelvine HL-Stenose bei NBKS-Ektasie li.
Cysto.(sonst):	11.1.	Reflux
Operation:	5.1.	Ureterocelenschlitzung re. (ER)
	12.1.	Nierenbeckenplastik li. (ENDERSON-HEINZ)
Histologie:		Ausgeprägte muskuläre Hypertrophie des Nierenbeckens (bei subpelviner Stenose)
BSG:		4/8
Blutdruck:		RR 11o/8o mm Hg
Blutbild:		Ery: 5,2 Mill. Leuco: 48oo. Hb: 16,4 g%, HbE: 31,4 yy
Urin + Bakt.:		o.B., kein Infekt; spezif.Gewicht: 1o2o
Kreatinin:		1 mg%
Harnstoff:		14 mg%
Serumelektrolyte:		Na: 15o mVal Cl: 1o3 mVal K : 4,7 " Ca: 5,o "

Leeraufnahme:	rechter Nierenweichteilschatten o.B., linker etwas kleiner
Urogramm re. 3.1.	NBKS o.B., verzögerte Ausschüttung, distal dilatierter HL, regelrechte Ausscheidung
Urogramm li. 3.1.	extreme NBKS-Ektasie, starke Verzögerung d. Ausschüttung, fast stumme Niere bis 24 Std.
Urogramm re. 1o.1.	zeitgerechte Ausscheidung und Ausschüttung bei mäßiger Erweiterung des Ureters
Urogramm li. 1o.1.	pyelonephritische Schrumpfniere, erheblich verzögerte Ausscheidung
Urogramm re. 9.2.	regelrechte KM-Ausscheidung. Ektasie der HL mit Ureterocele; verzög.KM-Abfluß
Urogramm li. 9.2.	nahezu stumme Niere mit hochgradiger Verzögerung der KM-Ausscheidung, extrem ektatisches NBKS; extrem verzögerte Ausschüttung
Angio. re. 1o.1.	normale angiographische Darstellung der A. renalis
Angio. li. 1o.1.	Hydronephrose mit erheblicher NBKS-Ektasie
Retrograd (sonst).:	—
Isotopennephrographie re. 4.1.	gute Sekretion, intermittierende Entleerung
Isotopennephrographie li. 4.1.	Restsekretion
Isotopennephrographie re.+ li. 12.2.	keine Änderung des Befundes
Szintigramm re. 4.1.	geringe Abflußstörung
Szintigramm li. 4.1.	Parenchymschaden infolge chronischer Harnstauung
Szintigramm re.+li. 12.2.	keine Änderung gegenüber 4.1.1968
THERAPIE:	operativ

In der folgenden Tabelle werden noch einmal die Befunde der einzelnen Verfahren bei den 100 Harnstauungsnieren summarisch einander gegenübergestellt, ohne daß damit eine Wertung der diagnostischen Aussagekraft vorgenommen werden soll.

Verfahren	normal	pathol.	davon "stumme" Nieren
1. A U G	26	7o	15
2. N A G	32	68	1
3. I N G	38	58	15 a) Sekretion
	11	85	15 b) Entleerung
4. N S G	16	8o	1o

Das Szintigramm ist aufgrund unserer Ergebnisse die genaueste Bestimmungsmethode zum Nachweis diskreter Parenchymreste. Wie die obige Tabelle zeigt, konnten von 15 urographisch "stummen" Nieren, die auch nephrographisch keine Funktion mehr erkennen ließen, in 5 Fällen szintigraphisch noch eine Restfunktion aufgezeigt werden. Eine beginnende Funktionseinschränkung wurde zuerst im Isotopennephrogramm sichtbar. Das dritte Kurvensegment zeigte in 7o % der Fälle eine verzögerte Entleerung an, während der zweite Abschnitt der Nephrogrammkurve (und damit im wesentlichen die Sekretion) in 43 % der Fälle pathologisch war. Das bedeutet also, daß bei 27 % der Patienten eine

Abflußstörung bereits bestand, ohne daß die Sekretionsleistung der Nieren eingeschränkt war.

Im Vergleich hierzu wurde im Urogramm nur bei 55 % der Fälle eine Harnstauung gefunden. Das ING konnte also in 15 % der untersuchten Patienten bereits auf eine Entleerungsstörung hinweisen, die der urographischen Diagnostik entgangen war. Damit befinden wir uns in Übereinstimmung mit anderen Autoren, die ähnliche Erfahrungen machen konnten (33, 55, 57, 92, 117). Eine nähere Deutung der gewonnenen Befunde kann jedoch nur durch weitere klinische Beobachtung und Vergleiche unter Standardbedingungen erfolgen.

V. Eigentliche Fragen der Arbeit und ihre Beantwortung sowie Diskussion der Ergebnisse.

Anhand der im vorangehenden Kapitel beschriebenen klinischen Untersuchungsergebnisse der Röntgen- und Radioisotopenmethoden bei 100 Harnstauungsnieren sollen nun die folgenden Fragen diskutiert und beantwortet werden:

1. Welchen Beitrag leisten die Radioisotopenverfahren in der Diagnostik der Harnstauungsniere an unserer Klinik ?

Das Ausmaß einer Harnstauung in den oberen Harnwegen bzw. die Größe der vorhandenen Nierenleistung läßt sich

an der Nephrogrammkurve (ING) genauer als im Urogramm ablesen und beurteilen. Eine eventuelle Zunahme der Stauung oder ihr Rückgang kommt im ING deutlicher zum Ausdruck. Ebenso wird auch eine beginnende Harnstauung mit erst geringgradiger Funktionseinschränkung des Nierenparenchyms, die bisher weder klinische Erscheinungen machte noch dem Patienten Beschwerden verursachte, sehr frühzeitig im Nephrogramm erfaßt. Im Nierenszintigramm äußert sich dann eine geringe Abflußverzögerung als verlängerte Aktivitätsanreicherung.

2. Welche Aussagen gestatteten Isotopennephrographie und Nierenszintigraphie über urographisch "stumme" Nieren ?

Urographisch "stumme" Nieren zeigen oft im Isotopennephrogramm (4 mal) noch eine "Restsekretion", bzw. im Nierenszintigramm (6 mal) "Parenchymreste", wodurch die Indikation zur Nephrektomie enger gefaßt und eine organerhaltende Operation gerechtfertigt werden kann.

Die Radioisotopenverfahren sind sicher empfindlicher im Nachweis von noch funktionsfähigem Nierenparenchym als das Urogramm, das, wie schon erwähnt, aufgrund zahlreicher Fehlerquellen (Bildqualität, Kontrastmittelverdünnung etc.) keine genaue funktionelle Beurteilung zuläßt. Allerdings kommt gerade bei Harnstauungsnieren der Spätaufnahme ein zusätzlicher Aussagewert zu.

3. Konnten die Radioisotopenverfahren bei Verlaufskontrollen genauere Angaben als die Röntgenmethoden über den Funktionszustand der Niere machen ?

Bei Verlaufskontrollen (26 ING- und 12 NSG-Kontrolluntersuchungen) war die Rückkehr der Nierenfunktion nach entsprechender konservativer oder operativer Therapie im Nephro- und Szintigramm deutlicher zu erkennen. Vor allen Dingen findet das Maß der Erholungsfähigkeit der Niere in der Nephrogrammkurve seinen objektiven Niederschlag. Außerdem wird bei Kontrolluntersuchungen durch die Nephrographie und Szintigraphie die ohnehin geschädigte Niere nicht so sehr strahlenbelastet wie durch mehrfache Ausscheidungsurogramme oder gar Nierenangiographien. Daher eignen sich die Radioisotopenuntersuchungen ganz besonders für postoperative Kontrollen oder zur Überwachung des Verlaufs einer Erkrankung.

4. In welchen Fällen ist keine Röntgendiagnostik möglich ?

Bei Überempfindlichkeit (1 mal) gegen jodhaltige Kontrastmittel (Jodallergie) ebenso wie bei zunehmender Niereninsuffizienz (Kreatiningehalt im Serum als Maß für die Nierenfunktionseinschränkung) (5 mal) besitzen die Radioisotopenuntersuchungen wesentlichen Aussagewert. Sie ermöglichen in Fällen (6 mal), in denen ein Urogramm oder Angiogramm (beispielsweise aufgrund anatomischer

Veränderungen) kontraindiziert ist, eine schonende Funktionsdiagnostik und liefern dem Kliniker die gewünschten Informationen über die Leistungsfähigkeit der Nieren.

5. Wann stimmten Urogramm- und Nephro- bzw. Szintigrammbefund häufig nicht überein ?

Häufige Unterschiede traten zwischen Urogramm- und Nephro- bzw. Szintigrammbefund bei urographischem Normalbefund auf. Hier erwies sich sehr oft das ING (23 mal), aber auch das NSG (21 mal), als empfindlicher Nachweis eines leichten Funktionsverlustes (eingeschränkte Sekretion oder verzögerte Entleerung, bzw. gestörte Aktivitätsanreicherung), z.B. war eine beginnende Einschränkung der Nierenfunktion bei Blasencarcinom mit infiltrierendem Wachstum im Radioisotopenbefund (1 mal ING, 2 mal NSG) bereits erwähnt, während das Urogramm noch normale Ausscheidungs- und Ausschüttungsverhältnisse vortäuschte. An dieser Stelle können die Radioisotopenmethoden nach unserer Erfahrung eine Hilfe in der Tumordiagnostik sein und frühzeitig Hinweise auf geringe krankhafte Veränderungen im Bereich des Harntrakts geben.

6. Worin liegen eventuelle Nachteile der neuen diagnostischen Methoden ?

So sehr die größere Empfindlichkeit der neuen Verfahren zu begrüßen ist, so sehr kann sie auch gelegentlich zu Fehldiagnosen Anlaß geben. Durch ungenaue Einstellung der Meßsonden können pathologische Ergebnisse vorgetäuscht werden. Daher sollte zu Beginn der urologischen Diagnostik nicht auf die Abdomenleeraufnahme verzichtet werden, insbesondere da es im Bereich der Nieren und ableitenden Harnwege sehr häufig angeborene oder erworbene Anomalien gibt.

7. Zusammenfassend läßt sich sagen: Die Radioisotopenverfahren sind nicht nur ergänzende diagnostische Methoden, sondern sie haben neben der Röntgendiagnostik ihren festumrissenen Platz in der Untersuchung von Harnstauungsnieren. Sie ermöglichen eine exakte Beurteilung der stauungsbedingten Funktionseinschränkung des Nierenparenchyms, wobei auf die morphologischen Aussagen der Röntgendiagnostik nicht verzichtet werden kann. Das Isotopennephrogramm und Nierenszintigramm haben besonderen Wert für Verlaufskontrollen, da die Strahlenbelastung für den Patienten gering ist.

D. ZUSAMMENFASSUNG

Das Symptom der Harnstauung findet sich bei zahlreichen urologischen Erkrankungen.
Die konventionellen Röntgenuntersuchungen (Urogramm, Angiogramm und retrogrades Pyelogramm) ermöglichen in der Regel die morphologische Diagnose einer Harnabflußstörung. In der vorliegenden Arbeit wird der diagnostische Wert der hinzugekommenen Radioisotopenverfahren (Nephrogramm und Szintigramm) bei der Harnstauungsniere anhand der Untersuchungsergebnisse geprüft. Die Untersuchung wurde bei 100 Patienten mit Harnstauungsnieren an unserer Klinik durchgeführt.

Nach Schilderung der historischen Entwicklung der Ausscheidungsurographie (AUG), der Nierenangiographie (NAG), der Isotopennephrographie (ING) und der Nierenszintigraphie (NSG) wird kurz auf die Methodik, die Indikationen und Kontraindikationen sowie auf die Modifikationen der einzelnen Verfahren eingegangen.

Den eigenen Erhebungen liegen die Krankenblattprotokolle von 173 Patienten zugrunde, die zwischen 1965 und 1968 an unserer Klinik einer röntgenologischen (Urogramm und/oder Angiogramm) und Radioisotopenuntersuchung (Nephrogramm und/oder Nierenszintigramm) unterzogen worden sind.

Es werden die Befunde der verschiedenen Methoden summarisch einander gegenübergestellt. Eine Deutung der Ergebnisse beim gesamten Krankengut konnte im Rahmen dieser Arbeit nicht gegeben werden. Jedoch wurden die Krankenblattprotokolle von 100 Fällen mit Harnstauungsniere weiter aufgeschlüsselt und statistisch ausgewertet. Die Ergebnisse liegen in Tabellenform und graphischen Darstellungen vor.
Anschließend sind die Befunde der Röntgenmethoden und Radioisotopenverfahren bei allen 100 Patienten miteinander verglichen worden. Zwei besonders charakteristische Fälle werden mit ihren Untersuchungsergebnissen (Bildmaterial) ausführlicher dargestellt.

Das Urogramm gibt einen guten Überblick über die morphologischen Verhältnisse im Bereich des Harntrakts. Jedoch nimmt die Güte der Bilder mit zunehmender Nierenfunktionseinschränkung (z.B. durch chronische Harnstauung) ab, bis schließlich, auch trotz verschiedener Techniken (Spätaufnahmen, Kontrastmittelinfusion u.a.) eine Niere im Röntgenbild "stumm" bleibt. Die urographischen Aussagen über die Nierenfunktion dürfen nur als Hinweis und grobe Orientierung gelten.

Im Angiogramm ist der morphologische Zustand einer Harnstauungsniere an den Veränderungen im Bereich des Hohlsystems (Ektasie), des Gefäßsystems (Rarefizierung) und

des Parenchyms (Verschmälerung) erkennbar.

Das Isotopennephrogramm ermöglicht eine exakte funktionelle Beurteilung der Harnstauungsnieren. Von der anfänglichen Abflußstörung bis zur parenchymatrophischen Wassersackniere lassen sich alle Stufen der Leistungsminderung differenzieren.

Das Nierenszintigramm trägt zur morphologischen und funktionellen Diagnostik der Harnstauungsnieren bei, da es eine genaue Darstellung des noch funktionstüchtigen Parenchymanteils zuläßt und aufgrund unserer vergleichenden Untersuchungen der empfindlichste Nachweis des erhaltenen Nierengewebes ist.

Die Radioisotopenverfahren eigneten sich besonders für Verlaufskontrollen sowie für die Prüfung der Nierenfunktion nach operativen Eingriffen und Bestrahlungen.

E. LITERATURVERZEICHNIS

1. ALKEN, C.E.: Mechanische und dynamische Entleerungsstörungen des Nierenbeckens. Z.Urol.(Sonderheft) 43, (1950): 171

2. ALKEN, C.E., und SOMMER, F.: Die Renovasographie. Z.Urol. 43, (1950): 420

3. ALKEN, C.E. und H.K. BÜSCHER: Die Durchleuchtung der Harnwege, ihre Technik und Praxis. Z.Urol. 46, (1953) : 801

4. ALKEN, C.E. und J. SÖKELAND: Zur Terminologie der Harnstauungsniere. Urologe 5, (1966): 97

5. ALLEN, T.D. and RILEY, F.W.: The renal scan: a clinical evaluation of its ability to localize functioning renal tissue. J.Urol.(Baltimore) 90 (1963): 617

6. ANDRYSEK, O., L. HRADCOVA, O. SCHÜCK, T. BLAZEK, und J. BOUCEK: Segmentäre Isotopennephrographie. - Neue klinische Untersuchungsmethode. Urologe 7 (1968): 142

7. BALL, F.: Zur Differentialdiagnose der Harnabflußstörungen im Isotopennephrogramm. Kurzfristiges Aufsitzen zur Unterscheidung funktioneller und mechanischer Abflußstörungen. Fortschr.Röntgenstr. 108, (1968): 33

8. BARGON, G. und D. EMRICH: Tierexperimentelle Untersuchungen zur Erfassung einer Strahlenschädigung der Niere durch das Isotopennephrogramm mit 131 J-Hippuran. Fortschr.Röntgenstr. 109, (1968): 40

9. BECKER, G., K.W. SCHNEIDER und H.J. WÖLFER: Beitrag zur Methodik und Auswertung des Isotopennephrogramms. Strahlentherapie 122, (1963): 416

1o. BOIJSEN, E.: Selektive renale Angiographie. Radiologe I, (1961): 17o

11. BRAASCH, W.F. and J.L. EMMETT: Excretory urography as a test of renal function. J.Urol.(Baltimore) 35 (1936): 63o

12. BREADEL, H.U. und K. BACHER: Die klinische Bedeutung der Nierenszintigraphie. Fortschr.Röntgenstr. 1o4, (1966): 348

13. BRESSEL, M., P. MAY, B. OPELT und J. SÖKELAND: Belastungsurogramm. Urologe 8 (1969): 119

14. BROOKS, R.T., M.P. DETTMAN and A.A. GALUSZKA: Renal Scans in urologic diagnosis using neohydrin-Hg_2o_3. J.Urol.(Baltimore) 9o; (1963): 1o7

15. BROWN, F.A., R.H. GELBER, L.H. YOUKELES and L.R. BENETT: Quantitative approach to the J^{131}-renogram. J.Amer.med.Ass. 186 (1963): 211

16. BUSCHMANN, O. und L. KERK: Klinische Erfahrungen mit der Nierenangiographie. Fortschr.Röntgenstr. 1o3 (1965): 165

17. CAINE, M., S.S. KEDAR and A. SCHWARTZ: Renal angiography by the percutaneous non-catheter left brachial technique. Brit.J.Urol. 39, (1967): 571

18. CHISHOLM, G.D., M.M. AYE and K. EVANS: Evaluation of the Hg^{197} Chlormerodrin kidney scan. Brit.J.Urol. 39, (1967): 38

19. COHEN, M.B., R.O. PEARMAN, M.M. MIMS and W. BLAHD: Radioisotope photoscanning of the kidneys in urologic disease. J.Urol.(Baltimore) 89, (1963): 360

20. DENNEBERG, T.: The radioactive Hypaque-renogram in acute renal obstruction. Acta chir.scand. 118, (1959/60): 231

21. DENNEBERG, T., E. HANSSON and J. HEDENSKOG: Functional studies with J^{131} labelled hypaque in experimental hydronephrosis. Acta chir.scand.121, (1961): 465

22. DEUTICKE, P.: Die Röntgenuntersuchungen der Niere und des Harnleiters in der urologischen Diagnostik. München: Banaschewski (1965)

23. DISCHE, S., L. CAPLAN and S. KRAMER: The isotope-renogram in carcinoma of the cervix. A preliminary report. Amer.J.Roentgenol. 90, (1963): 149

24. DORE, E.K., G.V. TAPLIN and L.E. DE JOHNSON: Current interpretation of the sodium iodohippurate J 131 renocystogram. J.Amer.med.Ass. 185, (1963): 925

25. DOS SANTOS, R., A.C. LAMAS und I.P. CALDAS: Arteriografia de aorta e dos vasos abdominos. Med.contemp. 47, (1929): 93

26. DRIESE, H. und M. ROTHKOPF: Die Renovasographie - eine notwendige Untersuchungsmethode in der urologischen Röntgendiagnostik. Z.Urol. 59, (1966): 503

27. DURE-SMITH, P.: Drip infusion and routine urography - a comparative trial. Brit.J.Radiol. 39, (1966): 655

28. DÜX, A., P. THURN und B. KISSELER: Der physiologische Entleerungsmechanismus der ableitenden Harnwege im Röntgenkinematogramm. Fortschr.Röntgenstr. 97 (1962): 687

29. EARLAM, R.J.: The radioisotope renogram in the nonfunctioning kidney. Brit.J.Urol. 38, (1966): 288

3o. EDHOLM, P. and S.J.SELDINGER: Percutaneous catheterization of the renal artery. Acta radiol.(Stockh.) 45, (1956): 15

31. EMMETT, J.L.: Clinical urography. Philadelphia and London: W.B. Saunders Company (1964)

32. FARINAS, P.L.: A new technique for arteriographic examination of the abdominal aorta and its branches. Amer.J.Roentgenol. 46, (1941): 641

33. FEINE, U.: Das Radioisotopennephrogramm in der Diagnostik der Nierenerkrankungen. Dtsch.med.Wschr. 9o, (1965): 1678

34. FELDMAN, M.J., W.J. GOADE, L. BOURAS, F.J. BARGOOT: Total urography by rapid intravenous infusion. J.Urol.(Baltimore) 99, (1968): 22o

35. FELKL, K., J. SCHNIERSTEIN, u. H. WEISSENSTEIN: Die Bedeutung der Radioisotopen in der Hydronephrose-Diagnostik. Urologe 5, (1966): 1oo

36. FISCHER, E.: Urographie in Bauchlage als wichtige ergänzende Untersuchung. Urologe 7, (1968): 136

37. FOSTER, R.S., W.H. SHUFORD, C. RIESER, E.P. TUTTLE and M.J. DEITCH: Selective renal angiography in clinical urology. J. Urol. (Baltimore) 9o, (1963): 631

38. FREY, K.W., H.G. HEINZE und G. HÖR: Nierenszintigraphie im Kindesalter. Fortschr.Med. 82, (1964): 637

39. GARNETT, E.S.: A trial of the radioisotope renogram. Brit.J.Urol. 36, (1964): 332

40. GASSER, G. und F. HAWLICZEK: Das Isotopennephrogramm. Wien.med.Wschr. 112, (1962): 351

41. GASSER, G. und F. HAWLICZEK: Das Arteriogramm und Isotopennephrogramm der stummen Niere. Z.Urol. 57, (1964): 29

42. GOLLMANN, G.: Eine Modifizierung der SELDINGER'schen Kathetermethode zur isolierten Kontrastfüllung der Aortenäste. Fortschr.Röntgenstr. 87, (1957): 211

43. GOTTHARDT, E.: Indikationen zur Aortographie in der urologischen Diagnostik. Z.Urol. 58, (1965): 315

44. GRAHAM, A.G., J.S. SCOTT, I. KENNEDY and W.S. MACK: Clinical experience with renal scanning using Hg 197 chlormerodrin. Brit.J.Urol. 39, (1967): 718

45. HALLWACHS, O. und K. ZUM WINKEL: Die Isotopennephrographie bei der subrenalen Harnsperre. Urologe 4, (1965): 136

46. HALPERN, M.: Percutaneous transfemoral arteriography. (An analysis of the complications in 1.000 consecutive cases). Amer.J.Roentgenol. 92, (1964): 918

47. HARRIS, J.H. and J.H. HARRIS: Infusion-pyelography. Amer.J.Roentgenol. 92, (1964): 1391

48. HARTMANN, G.: Die Bedeutung der Angiographie für Diagnostik und Therapie der sogenannten funktionslosen Niere. Münch.med.Wschr. 30, (1959): 1264

49. HAUGE, A., H. GÖPEL, A. SCHOLZ und K. OEFF: Technik und Ergebnisse der Radioisotopen-Renographie. Urologie I, (1962): 72

5o. HAUGE, A., K. OEFF und H. GÖPEL: Urologische Diagnostik mit radioaktiv markierten Kontrastmitteln. Verh.dtsch.Ges.Urol.Sonderbd. Z.Urol. (1962): 80

51. HAUGE, A.: Erfahrungen in der Anwendung der Radioisotopen-Renographie bei urologischen Erkrankungen. Verh.dtsch.Ges.Urol. 21. Tagung. (1966) : 48

52. HENNING, K. und G. BURKHARDT: Eigene Erfahrungen mit der Isotopennephrographie. Dtsch.Gesundh.Wes. 19, (1964): 174

53. HOFFMAN, W.W. und I.T. GRAYHACK: The limitations of the intraveneous pyelogram as a test of renal function Surg.Gynec.Obstet. 11o (196o): 5o3

54. HÖR, G., H.G. HEINZE und K.W. FREY: Radioisotopennephrographie im Kindesalter. Fortschr.Med. 82, (1964): 941

55. HÖR, G. und H.W. PABST: Methodenkritik und Indikationswert der Radioisotopennephrographie im Vergleich zu Standardfunktionstesten. Schweiz.med.Wschr. 95, (1965): 445

56. HÖR, G., H.G. HEINZE, H.W. PABST, J. KLEMM und W. FREY: Vergleichende Untersuchungen über den diagnostischen Wert von Radiosalyrgan und Radiohippuran in der Nierenklinik. Nucl.-Med. (Stuttg.) 4, (1965): 271

57. HÖR, G., H.G. HEINZE, J. NUMBERGER, H. ZIMMERMANN und H.W. PABST: Vergleich zwischen isotopennephrographischen und angiographischen Nierenbefunden. Klin.Wschr. 1o (1966): 55o

58. HORST, W., H. RÖSSLER, C. SCHNEIDER und B. CONRAD: Die kombinierte Untersuchung von Nierenfunktion und Nierenanatomie durch Radio-Nephrographie und Reno-szintigramm. Dtsch.med.Wschr. 86, (1961): 2485

59. HOTCHKISS, R.S., and B.P. SAMMONS: Selective renal angiography. J.Urol.(Baltimore) 93, (1965): 3o9

6o. ISLEY, I.K., G.J. BAYLIN, W.I.A. DE MARIA, K.W. SHARPE, and A.P. SANDERS: The effects of apprehensions on the radio renogram. Amer.J.Roentgenol. 9o, (1963): 141

61. IZENSTARK, J.L., SCHLEGEL, J.U., J. CUELLAR and R. O'DELL: Renal scanning using stop-flow. Radiology 78, (1962): 425

62. IZENSTARK, J.L., J.J. BURDEN, H.K. MARDIS and R. VARELLA: Clinical indications for kidney scanning. J.Amer.med.Ass. 188, (1964): 136

63. JANTSCH, M.: Zur geschichtlichen Entwicklung der Röntgen-Diagnostik in der Urologie. Dtsch.Ges.klin.Med.-Sektion Urologie. 8.Wissenschaftl.Tagung Görlitz (1966)

64. KAIRIS, Z.: Die Entleerungsstörungen der oberen Harnwege. In: Hb.d.Urologie VIII.: Berlin, Springer (1962): 1

65. KARRAS, B.G., A.H. CANNON and R.N. ASHBY: Percutaneous left brachial aorto-graphy. Amer.J.Roentgenol. 9o, (1963): 564

66. KENDALL, A.R. and L. KARAFIN: Intermittent hydronephrosis: hydration pyelography. J.Urol.(Baltimore) 98, (1967) 653

67. KERK, L., O. BUSCHMANN und E. WILLICH: Die Renovasographie im Kindesalter. Fortschr.Röntgenstr. 1o3, (1965): 675

68. KILLMANN, S., S. GJORUP, and J.H. THAYSEN: Fatal acute renal failure following intravenous pyelography in patient with multiple myeloma. Acta med.scand. 158, (1957): 43

69. KIMBEL, K.H.: Resorptionsprüfungen im Magen-Darmtrakt mit J 131, K 42 sowie J131-markiertem Eiweiß und Fett. In: Radioaktive Isotope in Klinik und Forschung.Bd.II - Berlin, München: Urban & Schwarzenberg (1956): 15o

7o. KLAPPROTH, H.J., A. HIRAKAWA, and A.C. CORCORAN: Functional significance of the radioisotope renogram; an experimental study. J.Urol.(Baltimore) 87, (1962): 77

71. KLAPPROTH, H.J.: Problems of correct interpretation of radioisotope renograms: experimental observations and clinical experiences. J.Urol.(Baltimore) 99, (1968): 211

72. KNORR, D.: Über die Kontrastgüte einiger für die i.v.-Pyelographie gebräuchlicher Mittel. Fortschr.Röntgenstr. 84, (1956) 355

73. KRETCHMAR, L.H., and W.M. GREENE: The radioisotope renogram in acute and chronic partial ureteral obstruction. J.Urol. (Baltimore) 9o, (1963): 116

74. KRUEGER, R.P., A.P. SANDERS, W. DE MARIA und G.J. BAYLIN: Analysis of the radiorenogram curve. Amer.J.Roentgenol. 86, (1961): 819

75. LAUBENBERGER, TH.: Die Einteilung der Harnstauungsniere nach dem angiographischen Bild und ihre klinische Bedeutung. Urologe 8, (1969): 1

76. LENKO, I.: Zur Frage der Kompressionsaufnahmen bei Ausscheidungsurographien. Urologia (Treviso) 31, (1964): 52

77. LICHTENBERG, A. von; und M. SWICK: Klinische Prüfung des Uroselectans. Klin.Wschr. 8, (1929): 2o89

78. LINDGREN, E.: Technique of abdominal aortography. Acta radiol.(Stockh.) 39, (1953): 2o5

79. MACHIDA, T.: A study on radioisotope renograms. Jap.J.Urol. 52, (1961): 971

8o. MAY, P. und K.H. GASTEYER: Erholungsfähigkeit funktionsloser Harnstauungsnieren. Med.Klin. 62, (1967): 1946

81. MAY, P., J. SÖKELAND und P. SCHMIDT: Zur Erholungsfähigkeit der Harnstauungsniere. Internist (Berlin) 9, (1968): 174

82. MC AFEE, J.B., and H.N. WAGNER: Visualization of renal parenchyma by scintiscanning with Hg 2o3 neohydrin. Radiology 75, (196o): 82o

83. MC DONALD, H.P. and W.E. UPCHURCH: Twenty-five years of progress in intravenous urography. Amer.Surg.21, (1955): 989

84. MEBEL, M.: Zum Problem der operativen Behandlung "funktionsloser" extrem hydronephrotisch veränderter Nieren. Z.Urol. 58, (1965): 835

85. NELSON, O.A.: Arteriography in renal and abdominal conditions. J.Urol.(Baltimore) 53, (1945): 521

86. NESBIT, R.M.: Diagnosis of intermittent hydronephrosis: importance of pyelography during episodes of pain. J.Urol.(Baltimore) 75, (1956): 767

87. OBERHAUSEN, E., F. KRÜCK, A. ROMAHN, und W. KIRSCH: Vergleich zwischen der ^{51}Cr-EDTA-Clearance nach einmaliger Injektion und der klassischen Inulin-Clearance. 49.Deutscher Röntgenologen-Kongress Hamburg: 6.-8. Juni 1968; Thieme, Stuttgart

88. OBERHAUSEN, E., und A. ROMAHN: Bestimmung der Nierenclearance durch externe Gammastrahlenmessung. 5. Jahrestagung der Ges.f.Nucl.Med., Wien 21.-23.Sept.1967; Schattauer-Verlag, Stuttgart

89. ÖDMANN, P.: Percutaneous selective angiography of the main branches of the aorta. A preliminary report. Acta radiol.(Stockh.) 45, (1956): 1

90. OESTER, A., A. MC KINNEY und P.O. MADSEN: Die Anwendung von Radioisotopen in urologischer Diagnose. Urologe 7, (1968): 138

91. OLSSON, O. and G. JÖNSSON: Roentgen examination of the kidney and the ureter. In: Hb.d.Urologie V/1; Berlin, Springer (1962): 232

92. PABST, A.W.: Isotopendiagnostik der Nierenkrankheiten, Münch.med.Wschr. 107, (1965): 1581

93. PEIRCE, E.C. and W.P. RAMEY: Renal arteriography: a report of a percutaneous method using the femoral artery approach and a disposable catheter. J.Urol.(Baltimore) 69, (1953): 578

94. PERILLIE, P.E., and H.O. CONN: Acute renal failure after intravenous pyelography in plasma cell myeloma. J.Amer.med.Ass. 167, (1958): 2186

95. PFEIFER, W.: Grundlagen der funktionellen urologischen Röntgendiagnostik. Stuttgart: Thieme (1949)

96. QUINN, J.,III: The accelerated vascular phase of the radioisotope renogram in renovascular hypertension. Amer.J.Roentgenol. 90, (1963): 135

97. ROSENTHALL, L.: The usefulness of renal scanning as an adjunct to excretory urography. J.Canad.Ass.Radiol. 14, (1963) : 76

98. ROSENTHALL, L.: The role of radioisotope renal scanning in the assessment of renal disease. Canad.med.Ass.J. 9o, (1964): 999

99. ROSS, G., jr., W.J. WILSON, V.L. ROBARDS, jr., and I.M. THOMPSON: High dosage excretory urography. J.Urol.(Baltimore) 92, (1964): 728

1oo. ROSS, J.C., E.C. EDWARDS, W. KULKE, and B.G. HAGGART: Recovery of renal function as demonstrated by the radioisotope renogram. Brit.J.Urol. 35, (1963): 394

1o1. SCHENCKER, B.: Drip infusion pyelography. Indications and applications in urologic roentgen diagnosis. Radiology 83, (1964): 12

1o2. SCHENCKER, B.: Further experience with drip infusion pyelography. Radiology 87, (1966): 3o4

1o3. SCHIMATZEK, A.: Fehldeutungen der Aortographie. Z.Urol. 5o, (1957): 454

1o4. SCHIMATZEK, A.: Die Indikationen zur Aortographie bei Erkrankungen der Niere. Urologe 1, (1962): 187

1o5. SCHLUNGBAUM, W., und H. BILLION: Untersuchungen der Verteilung von radioaktivem Urografin im menschlichen Organismus. Klin.Wschr. 34, (1956): 633

1o6. SCHMIEDT, E.: Infusionspyelographie (antegrade Pyelographie). Verh.dtsch.Ges.Urol. 21.Tagung, (1966): 62

1o7. SCHMIEDT, E.: Zur Technik der Infusionsurographie. Urologe 5, (1966): 113

1o8. SCHMIDT, H.A.E.: Untersuchungen über die Verwendbarkeit von Radio-Salyrgan(R) zur Nierenszintigraphie. Die Verteilung von Salyrgan - Hg^{2o3} im Organismus von Versuchstieren. Klin.Wschr. 4o, (1962): 1245

1o9. SCHMIDT, H.A.E.: Die Nierenszintigraphie. Eine Methode zur Darstellung funktionstüchtigen Nierenparenchyms. In: Beiträge zur Inneren Medizin. Stuttgart: Schattauer (1964): 223

11o. SCHOLZ, A., A. HAUGE und K. OEFF: Die Bedeutung der Isotopennephrographie für die Diagnostik des renalen Hypertonus, insbesondere der operablen Formen. Dtsch.med.Wschr. 89, (1964): 1o11

111. SCOTT, R. and C.C. WINTER: Diskussion zu: SIMMONS, J.L. and JONES, M.A.: Use of the renal scintiscan in Urology. J.Urol.(Baltimore) 9o, (1963): 642 - J.Urol.(Baltimore) 9o, (1963): 655

112. SEILS, H.: Der Wert der i.v.-Urographie als Nierenfunktionsprüfung. Z.Urol. 45, (1952): 592

113. SELDINGER, S.I.: Catheter replacement of the needle in percutaneous arteriography. Acta radiol.(Stockh.) 39, (1953): 368

114. SHERWOOD, T., A. BRECKENRIDGE, C.T. DOLLERY, F.H. DOYLE, and R.E. STEINER: Intravenous urography and renal function. Clin.Radiol. 19, (1968): 296

115. SIGEL, A.: Verbesserung der urologischen Diagnostik durch Spätaufnahmen. Urologe 1, (1962): 196

116. SIMMONS, J.L. and M.A. JONES: Use of the renal scintiscan in urology. J.Urol.(Baltimore) 9o, (1963): 642

117. SMITH, P.H. and A.H. SMITH: J^{131} hippuran renography. An evaluation with observations on technique and interpretation. Brit.J.Urol. 4o, (1968): 5o1

118. SÖKELAND, J.: Die hydrodynamischen Druckverhältnisse der Harnstauungsniere. Ann.Univ.sarav.Med. 13, (1966):113

119. SUSSMANN, M.L., G. JAKOBSON, and E.H. JAYNE: Urologic Roentgenology. Baltimore: Williams & Wilkins Company (1967)

12o. SWICK, M.: Darstellung der Niere und Harnwege im Röntgenbild durch intravenöse Einbringung eines neuen Kontraststoffes, des Uroselectans. Klin.Wschr. 8, (1929): 2o87

121. TAPLIN, G.V., O.M. MEREDITH, and H. KADE: The radioactive (J^{131}-tagged) rose bengal uptake-excretion test for liver function using external gamma-ray scintillation counting techniques. J.Lab.clin.Med. 45, (1955): 665

122. TAPLIN, G.V., O.M. MEREDITH, H. KADE, and C.C. WINTER: The radioisotope renogram. An external test for individual kidney function and upper urinary tract patency. J.Lab.clin.Med. 48, (1956): 886

123. TILLANDER, H.: Selective angiography of the abdominal aorta with a guided catheter. Acta radiol.(Stockh.) 45, (1956): 21

124. TILLOTSON, P.M. and M. HALPERN: Selective renal arteriography. Amer.J.Roentgenol. 9o, (1963): 124

125. TRUSS, F. und H. LIEFF: Ausscheidungsurographie und Nierenfunktion. Urologe 4, (1965): 13o

126. TUBIS, M., E. POSNICK, and R.A. NORDYKE: Preparation and use of J^{131} labelled sodium iodo-hippurate in kidney function tests. Proc.Soc.exp.Biol.(N.Y.) 1o3, (196o): 497

127. TUFFIER, T.: Sonde ureterale opaque. Paris: Dupley et Reclus (1897)

128. VAHLENSIECK, W., H.-J. MAURER, und R. DOEPFMER: Ist eine Vortestung bei urologischen Kontrastuntersuchungen zweckmäßig oder notwendig ? Urologe 5, (1966): 1o9

129. VOELCKER, F. und A. v.LICHTENBERG: Pyelographie (Röntgenographie) des Nierenbeckens nach Collargolfüllung. Münch.med.Wschr. 53, (19o6): 1o5

13o. VOGLER, E. und HERBST, R.: Angiographie der Nieren. Stuttgart: Thieme (1958)

131. VOLLMER, K.-W.: Die Bedeutung der Röntgen-Kontrastmittel in der Technik der Nierenangiographie. Arzneimittel-Forsch. 14, (1964): 3o3

132. VOLLMER, K.-W., und FERBER, B.: Renovasographischer Beitrag zur Differentialdiagnose der einseitigen Hydronephrose. Arzneimittel-Forsch. 14, (1964): 3oo

133. WAGNER, F.B.: Arteriography in renal diagnosis. Preliminary report and critical evaluation. J.Urol.(Baltimore) 56, (1946): 625

134. WAX, S.H. and D.F. MC DONALD: Analysis of the J^{131}-sodium o-iodohippurate renogram. J.Amer.med.Ass. 179, (1962): 14o

135. WAX, S.H.: Radioisotope uptake in experimental hydronephrosis. J.Urol.(Baltimore) 99, (1968): 497

136. WEAVER, R.G.: Reabsorptive patterns and pressures in hydronephrosis with a clinical application. J.Urol.(Baltimore) 1oo, (1968): 112

137. WEDEEN, R.P., M.H. GOLDSTEIN, and M.F. LEVITT: The radioisotope renogram in normal subjects. Amer.J.Med. 34, (1963): 765

138. WEISSENSTEIN, H.: Nierenszintigraphie mit Radio-Salyrgan(R), eine neue diagnostische Möglichkeit. Urologe 3, (1964): 11

139. WEISSENSTEIN, H., u. K. FELKL: Radioisotope in der Nierendiagnostik. Eine statistische Auswertung von 36o eigenen Ergebnissen. Nucl.Med.(Stuttg.) 4, (1965): 391

14o. WESTPHAL, R.D., I.R. RISSER, D. MOTZKIN, E.E. ERICKSON, and M.C. MORGAN: Delineation of human kidneys by scintillation scanning. Amer.J.Roentgenol. 87, (1962): 161

141. WESTPHAL, R.D., R. SCOTT, jr., E.E. ERICKSON, and D. MOTZKIN: Scintillation scanning in renal disease. J.Urol.(Baltimore) 87 (1962): 519

142. WHITESEL, J.A., and E. HELLER: Intensification of the excretory urogram by continuous infusion of contrast material. J.Urol. (Baltimore) 92, (1964): 224

143. WILLICH, E., L. KERK, und O. BUSCHMANN: Nierenangiographie im Kindesalter. Urologe 6, (1967): 88

144. ZUM WINKEL, K. und K.E. SCHEER: Das Isotopennephrogramm bei Abflußstörungen an den oberen Harnwegen. Chirurg. 31, (1960): 487

145. ZUM WINKEL, K., G. SCHÜTTERLE, u. K.E. SCHEER: Die Isotopennephrographie in der Diagnostik der Nierenkrankheiten. Dtsch.med.Wschr. 86, (1961): 1751

146. ZUM WINKEL, K.: Nierenszintigraphie. Urologe 3, (1964): 1

147. ZUM WINKEL, K.: Nierendiagnostik mit Radioisotopen. Stuttgart, Thieme (1964)

148. ZUM WINKEL, K., K.E. SCHEER, P. SCHENK, P. GELINSKY, B. PRPIC, und W.E. ADAM: Die funktionell - morphologische Diagnostik von Nierenkrankheiten mit der Kamera - Szintigraphie und der Isotopennephrographie. Dtsch.med.Wschr. 90, (1965): 2229

149. ZUM WINKEL, K., O. HALLWACHS, und M. STEINHAUSEN: Kamera-Szintigraphie und Isotopennephrographie an der Hundeniere und deren Überprüfung durch die Intravitalmikroskopie. Fortschr.Röntgenstr.108, (1968): 382

150. WINTER, C.C.: A clinical study of a new renal function test: the radioactive diodrast renogram. J.Urol.(Baltimore) 76, (1956): 182

151. WINTER, C.C.: A new test for vesico-ureteral reflux: an external technique using radioisotopes. J.Urol.(Baltimore) 81, (1959): 105

152. WINTER, C.C.: The excretory urogram as a kidney function test. J.Urol.(Baltimore) 83, (1960): 313

153. WINTER, C.C.: Radioisotope renography. A kidney function test performed with radioisotope-labelled agents. Baltimore: Williams & Wilkins Company (1963)

154. WINTER, C.C., and J. BEYER: Surgical renography. J.Urol.(Baltimore) 89, (1963): 755

155. WINTER, C.C.: Applications of the scintillation camera in urology. J.Urol.(Baltimore) 97, (1967): 766

156. WITCOFSKI, R.L., J.E. WHITELY, I. MESCHAN, and W.F. PAINTER: A method and parameters for the analysis of renal function by external scintillation detector technic. Radiology 76, (1962): 621

DANKSAGUNG

Herrn Professor Dr. med. C. E. ALKEN, Ordinarius für Urologie an der Universität des Saarlandes, danke ich dafür, daß ich einen großen Teil des urologischen Krankengutes auswerten durfte.

Herrn Privatdozent Dr. med. J. SÖKELAND, leitender Oberarzt der Urologischen Klinik in Homburg/Saar, möchte ich für die freundliche Überlassung des Themas und die Anleitung bei der Ausführung der Arbeit danken.

Herrn Professor Dr. med. R. SCHÜSSLER, Chefarzt der Radiologischen Klinik der Städtischen Krankenanstalten Saarbrücken (Winterberg), danke ich für die Übernahme des Correferates.

Mein besonderer Dank gilt auch Herrn Dr. med. P. MAY für seine Unterstützung bei der Auswertung der Krankenblattprotokolle sowie bei der Durchsicht der Urogramme, Angiogramme, Isotopennephrogramme und Nierenszintigramme.

LEBENSLAUF

Am 10. April 1942 wurde ich, Rolf Lyding, als Sohn des Möbelkaufmannes Alfred Lyding und seiner Ehefrau Ruth, geb. Schönbach, in Halle an der Saale geboren.

Von 1948 bis 1956 besuchte ich in Halle die Grundschule und anschließend die Oberschule, bis unsere gesamte Familie im April 1959 nach Aachen und ein Jahr später nach Saarbrücken übersiedelte.

Hier erwarb ich im Februar 1963 an der Oberrealschule das Zeugnis der Reife.

Von April 1963 bis April 1965 leistete ich bei der Bundeswehr meinen Wehrdienst ab und wurde Reserve-Offizier.

Im Mai 1965 begann ich in Saarbrücken an der Universität des Saarlandes mit dem Medizinstudium. Im Oktober 1967 bestand ich in Homburg/Saar die ärztliche Vorprüfung.

Ich befinde mich jetzt im 4. klinischen Semester und werde im Sommer 1970 mit meinem Staatsexamen beginnen.

Nach bestandener ärztlicher Prüfung möchte ich im Februar 1971 meine Medizinalassistentenzeit an den Städtischen Krankenanstalten in Dortmund beginnen.

Homburg/Saar, im Dezember 1969